

Altersschätzung der subadulten Individuen des
Gräberfeldes Dresden-Briesnitz (Mittelalter) anhand von
Durchbruch und Mineralisation der Zähne

DISSERTATION

zur Erlangung des akademischen Grades
doctor medicinae dentariae (Dr. med. dent.)

vorgelegt dem Rat der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Schiller-Universität Jena

von Alexander Volkmann
geboren am 19.04.1980 in Gera

Gutachter

1.

2.

3.

Tag der öffentlichen Verteidigung:

AbkürzungsverzeichnisAllgemeines

MESG	=	Mittelelbe-Saale-Gebiet
Tab.	=	Tabelle
Abb.	=	Abbildung
Thür.	=	Thüringen
in Vorb.	=	in Vorbereitung
vgl.	=	vergleiche
S.	=	Seite

Material und Methode

MG	=	Milchgebiss
WG	=	Wechselgebiss
DG	=	Dauergebiss
MZ	=	Milchzähne
DZ	=	Dauerzähne (bleibende Zähne)
eZ	=	Einzelzahn (Zahn isoliert)
Q1-Q4	=	Bezeichnung der vier Zahnquadranten im bleibenden Gebiss
Q5-Q8	=	Bezeichnung der vier Zahnquadranten im Milchgebiss
OK	=	Oberkiefer = Q1 u. Q2 im DG Q5 u. Q6 im MG
UK	=	Unterkiefer = Q3 u. Q4 im DG Q7 u. Q8 im MG

Zahngruppen

(i 1), I 1	=	mittlerer (Milch-) Schneidezahn
(i 2), I 2	=	seitlicher (Milch-) Schneidezahn
(c), C	=	(Milch-) Eckzahn
P 1	=	erster Prämolare
P 2	=	zweiter Prämolare
(m 1), M 1	=	erster (Milch-) Molar
(m 2), M 2	=	zweiter (Milch-) Molar
M 3	=	dritter Molar

Altersgruppen

Inf. 1	=	Infans 1	=	0 - 6	Jahre
Inf. 2	=	Infans 2	=	7 - 12	Jahre
Juv.-Fad.	=	Juvenil bis Fröhadult	=	13 - 29	Jahre

Tabellen

n	=	Anzahl
%	=	Prozent
i.v.	=	intravital
p.m.	=	postmortal
vorh.	=	vorhanden
ges.	=	gesamt
kompl.	=	komplett
modif.	=	modifiziert
v.u.Z.	=	vor unserer Zeitrechnung
Jh.	=	Jahrhundert
Lfd. Nr.	=	Laufende Nummer
DB	=	Durchbruch
MIN	=	Mineralisation
DB/MIN	=	Durchbruch und Mineralisation
DB- Alter	=	„Durchbruchsalter“
MIN- Alter	=	„Mineralisationsalter“
x	=	„Mittelwertalter“
s	=	Standardabweichung
2s	=	doppelte Standardabweichung
CDI	=	komparativer Dentalindex
CAI	=	komparativer Alveolarindex
Erhz.	=	Erhaltungszustand

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildungsverzeichnis:

Literaturübersicht:

Abb.1: Verteilung und Kurzbezeichnung der Zähne (aus Schumacher 1983)

Abb.2: Verlauf der Schmelz- Zementgrenze nach Schumacher (1983)

Abb.3: Zahnschemata nach der Federation Dentaire Internationale, Bukarest (1971)

Abb.4: Beeinflussung der Zahnentwicklung

Abb.5: Überblick über die Perioden der Dentitionen

Material Methode:

Abb.7: Anzahl der 142 Individuen nach Erhaltungszustandsklassen (vgl. Tab.16)

Abb.8: Zeichnerische Darstellung der Zahnentwicklung nach Ubelaker (1978)

Abb.9: Aufnahmeblatt für den allgemeinen Zahnstatus eines Individuums

Abb.10: Prinzip der Rechtwinkeltechnik (aus Schwenzer und Ehrenfeld 2000)

Abb.11: Prinzip der Halbwinkeltechnik (aus Schwenzer und Ehrenfeld 2000)

Abb.12: Röntgenbilder der Abschnitte IV, V und VI (aus Volkmann et al. 2006)

Abb.13: Aufnahmeblatt für den Stand des Zahndurchbruches eines Individuums

Ergebnisse:

Abb.14: Altersverteilung der 142 Individuen

Abb.15: Altersverteilung innerhalb der Altersgruppen

Diskussion:

Abb.16: Vergleich der Altersverteilung der selbst ermittelten- mit denen von Liss (2001) ermittelten Sterbealtern der Individuen des Gräberfeldes Briesnitz bis 12 Jahren

Abb.17: Vergleich der Altersverteilung der selbst ermittelten mit den von Kaiser (in Vorb.) ermittelten Sterbealtern der Individuen des Gräberfeldes Briesnitz und Melchendorf bis 12 Jahren

Anhang:

Abb.1: Methodenüberblick (aus Volkmann et al. 2006)

Tabellenverzeichnis:

Literaturübersicht:

- Tab.1: Einteilung der Milch- und Dauerzähne nach den jeweiligen Zahngruppen
- Tab.2: Minimale und maximale Durchbruchzeiten sowie Durchbruchshöhepunkte in Monaten an 25 kontinuierlich untersuchten Kindern aus dem Schweriner Raum – nach H. Ehlers 1967 (aus Schumacher und Schmidt 1990)
- Tab.3: Durchbruchzeiten der Zähne in Jahren und deren Dezimalbrüche, von P. Adler (1967a) nach seinem eigenen selektierten ungarischen Probandengut und aus der Literaturzusammenstellung (aus Schumacher und Schmidt 1990)
- Tab.4: Stadien der Zahnentwicklung nach Gleiser und Hunt (1955)
- Tab.5: Stadien der Zahnentwicklung nach Nolla (1960)
- Tab.6: Stadien der Zahnentwicklung nach Moorrees et al.(1963)
- Tab.7: Mineralisationsstadien nach Haavikko (1970)
- Tab.8: Mineralisationsstadien nach Schopf (1970)
- Tab.9: Stadien der Zahnentwicklung nach Liliequist und Lundberg (1971)
- Tab.10: Mineralisationsstadien nach Gat (1972)
- Tab.11: Stadien der Zahnentwicklung und der Milchzahnwurzelresorption nach Haavikko (1973a/b)
- Tab.12: Stadien der Zahnentwicklung nach Demirjian et al. (1973)
- Tab.13: Entwicklungsstadien der Weisheitszähne nach Loitz (1992)
- Tab.14: Entwicklungsstadien der Weisheitszähne nach Kullman et al. (1992)
- Tab.15: Überblick über die untersuchten Populationen der ausgewählten Autoren

Material Methode:

- Tab.16: Einteilung des Materials in Erhaltungszustandsklassen von A bis H
- Tab.17: Einteilung der Altersgruppen der subadulten Individuen
- Tab.18: Anzahl der 142 Individuen nach den in Tabelle16 beschriebenen Erhaltungszustandsklassen in den einzelnen Altersgruppen
- Tab.19: Zahlencodierung der allgemeinen Materialaufnahme
- Tab.20: Stadien des Zahndurchbruches in Anlehnung an Hellwig et al. (1995)
- Tab.21a: Stadien der Zahnmineralisation verändert in Anlehnung an Gleiser und Hunt (1955), Liliequist und Lundberg (1971), Gat (1972) sowie Demirjian et al. (1973)

Tab.21b: Stadien der Milchzahnwurzelresorption in Anlehnung an Haavikko (1973b)

Tab.22: Anmerkungen zu einem Zahn im Untersuchungsteil 1 des Abschnitts 4.2.4.1

Tab.23: Anmerkungen zu einem Zahn im Untersuchungsteil 2 des Abschnitts 4.2.4.1

Tab.24: Einteilung der Individuen in die 1-, 2-, 4- und 6- Jahresklasse

Ergebnisse:

Tab.25: Häufigkeiten der allgemeinen Materialcodierung

Tab.26: Verteilung der vorhandenen Milch- und Dauerzähne

Tab.27: Verteilung der vorhandenen Milchzähne im Gebiss

Tab.28: Verteilung der vorhandenen Dauerzähne im Gebiss

Tab.29: Durchbruchsmilchzähne im Milchgebiss

Tab.30: Durchbruchszähne im bleibenden Gebiss

Tab.31: „Mineralisationsmilchzähne“ im Milchgebiss

Tab.32: „Mineralisationszähne“ im bleibenden Gebiss

Tab.33: Bestimmbare „Durchbruchs-“ und „Mineralisationszähne“

Tab.34: Zahnalter aller 142 Individuen nach Ubelaker (1978)

Tab.35: Alter der Gruppe Juvenil-Frühadulten nach Moorrees et al. (1963)

Tab.36: Verteilung der Individuen und der vorhandenen Zähne in den Altersklassen nach Ubelaker (1978)

Tab.37: Anzahl der Individuen in verschiedenen Jahresklassen

Tab.38: Verteilung der 1923 Zähne nach Dentitionstypen in den verschiedenen Altersgruppen

Tab.39: Intravitale Milchzahnverluste nach Altersgruppen

Tab.40: Intravitale Milchzahnverluste der einzelnen Zähne (i 1- m 2) nach Altersgruppen

Tab.41: Postmortale Milchzahnverluste nach Altersgruppen

Tab.42: Postmortale Dauerzahnverluste nach Altersgruppen

Tab.43: Postmortale Milchzahnverluste der einzelnen Zähne (i 1- m 2) nach Altersgruppen

Tab.44: Postmortale Dauerzahnverluste der einzelnen Zähne (I 1- M 3) nach Altersgruppen

Tab.45: Intravitale und postmortale Zahnverluste der Milchzähne in den Gebissen

Tab.46: Intravitale und postmortale Zahnverluste der Dauerzähne in den Gebissen

Tab.47: Verteilung der 142 Individuen in den Gebissklassen

Tab.48: Aufteilung der Wechselgebisse in die Milch- und Dauergebisse

Tab.49: Erhaltungszustand / CDI der Milchgebisse getrennt nach Altersklassen

Tab.50: Erhaltungszustand / CDI der Dauergebisse getrennt nach Altersklassen

Tab.51: Erhaltungszustand / CAI der Milchgebisse getrennt nach Altersklassen

Tab.52: Erhaltungszustand / CAI der Dauergebisse getrennt nach Altersklassen

Tab.53: Erhaltungszustand anhand des Schemas von Ubelaker (1978)

Diskussion:

Tab.54: Ergebnisse der Altersschätzung anhand ausgewählter Methoden in Jahren.

Die Daten in der Tabelle entsprechen den jeweiligen Mittelwerten (aus Volkmann et al. 2006)

Tab.55: Vor- und Nachteile der beschriebenen Methoden (vgl. Tab.15)

Tab.56: Altersverteilungen subadulter Individuen aus verschiedenen Zeitstellungen und Gräberfeldern

Tab.57: Vergleich des komparativen Dentalindex (CDI) und des komparativen Alveolarindex (CAI) ausgewählter Serien im Milchgebiss (ergänzt nach Vollandt 2001)

Tab.58: Vergleich des komparativen Dentalindex (CDI) und des komparativen Alveolarindex (CAI) ausgewählter Serien im Dauergebiss (ergänzt nach Vollandt 2001)

Tab.59: Vergleich des CDI und CAI im Gräberfeld Briesnitz zu den Mittelwerten von CDI und CAI aller Vergleichserien sowie deren Differenzen

Anhang:

Tab.1: Häufigkeiten der vergeben Durchbruchsstadien aller Milchzähne

Tab.2: Häufigkeiten der vergeben Durchbruchsstadien aller Dauerzähne

Tab.3: Häufigkeiten der vergebenen Mineralisationsstadien aller Milchzähne

Tab.4: Häufigkeiten der vergebenen Milchzahnresorptionsstadien

Tab.5: Häufigkeiten der vergebenen Mineralisationsstadien der bleibenden Zähne

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	I - II
Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	III - VI

	Seite
1 Zusammenfassung	1
2 Einleitung und Zielstellung	3
3 Literaturübersicht	5
3.1 Nomenklatur und Anatomie der Zähne	5
3.2 Die Zahnentwicklung	8
3.2.1 Endogene und exogene Faktoren	8
3.2.2 Der Zahndurchbruch	13
3.3 Die erste Dentition	14
3.4 Die zweite Dentition	16
3.5 Altersschätzung anhand der Zahnentwicklung	20
4 Material und Methode	35
4.1 Material	35
4.2 Methode	38
4.2.1 Allgemeine Materialcodierung	39
4.2.2 Durchbruchsstadien	40
4.2.3 Mineralisations- und Milchzahnresorptionsstadien	41
4.2.4 Intravitale und postmortale Zahnverluste	44
4.2.5 Materialaufnahme und Dokumentation	44
4.2.5.1 Der Zahnstatus	44
4.2.5.2 Zahnaltersschätzung anhand von Durchbruchsstadium und Mineralisationsgrad	49
4.2.6 Deskriptive Statistik	51
4.2.7 Altersschätzung der Gebissindividuen	51
4.2.8 Erhaltungszustand des Gebissmaterials	54

5	Ergebnisse	57
5.1	Deskriptive Statistik (1).....	57
5.1.1	Verteilung der vorhandenen Zähne im Gebiss	57
5.1.2	Verteilung der „Durchbruchs-“ und „Mineralisationszähne“.....	60
5.2	Altersschätzung.....	65
5.2.1	Zahnaltersschätzung aller untersuchten Individuen.....	65
5.2.2	Anzahl der Individuen in Altersklassen.....	69
5.3	Deskriptive Statistik (2).....	71
5.3.1	Verteilung der vorhandenen Zähne unter Einbeziehung der ermittelten Altersangaben	71
5.3.2	Intravitale und postmortale Zahnverluste.....	71
5.4	Erhaltungszustand.....	74
5.4.1	Anzahl der Milch- und Dauerzähne.....	74
5.4.2	Individuen in Gebissklassen.....	75
5.4.3	Komparativer Dentalindex (CDI) und komparativer Alveolarindex (CAI) der Milch- und Dauergebisse.....	76
5.4.4	Erhaltungszustand anhand des Schemas von Ubelaker (1978).....	78
6	Diskussion	79
6.1	Altersschätzung.....	80
6.1.1	Ergebnisse und Schlussfolgerungen aus dem Methodenvergleich.....	80
6.1.2	Altersschätzung anhand der Weisheitszähne.....	85
6.2	Altersstruktur der subadulten Individuen des Gräberfeldes Briesnitz.....	89
6.3	Erhaltungszustand.....	94
7	Schlussfolgerungen und Ausblick	99
8	Literatur- und Quellenverzeichnis	101
9	Anhang	114
	Lebenslauf	
	Danksagung	
	Ehrenwörtliche Erklärung	

1 Zusammenfassung

Das Hauptziel der vorliegenden Untersuchung besteht darin, das Sterbealter der subadulten Individuen des Gräberfeldes Dresden-Briesnitz (mittelalterlicher Friedhof 1200-1400 n. Chr.) anhand der Zahnentwicklung zu schätzen. Darüber hinaus gilt es eine Methode zu finden, die es in Ergänzung zu der Methode von Ubelaker (1978) ermöglicht, die Altersstruktur der Individuen im Altersbereich von 15 bis 21 Jahren (Juvenil bis Fröhadult) anhand der Weisheitszahnentwicklung genauer zu untersetzen. Schließlich wird versucht, den Erhaltungszustand der Gebisse in Abhängigkeit vom ermittelten Alter zu berechnen.

Die Arbeit wird mit einer umfangreichen Literaturrecherche eingeleitet, in welcher der aktuelle Forschungsstand der Kenntnisse über die Zahnentwicklung sowie deren endogene und exogene Beeinflussung vorgestellt wird. Weiterhin werden die am häufigsten verwendeten Methoden zur Altersschätzung anhand von Zähnen im Überblick zusammengestellt. Im Vorfeld wurde anhand eines Methodenvergleichs die Anwendbarkeit der beschriebenen Methoden (vgl. Tab.15) auf historisches Skelettmaterial überprüft (Volkman et al. 2006), speziell an einer ausgewählten Serie relativ vollständig erhaltener Gebissindividuen stellvertretend für alle drei Gebissklassen (Milch-, Wechsel- und Dauergebiss).

Der Untersuchung liegt das Material von 142 Individuen zugrunde, die das 25. Lebensjahr mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht überschritten haben. Die Altersschätzung erfolgt laut Empfehlung von Ferembach et al. (1979) nach der Methode von Ubelaker (1973), welche den Zahndurchbruch sowie die Zahnmineralisation altersabhängig darstellt. Dazu ist es notwendig, jedem Zahn einen Code für seinen allgemeinen Zustand, sein Durchbruchstadium sowie seinen Mineralisationsgrad zu geben. Für eine detaillierte Beschreibung der Altersstruktur in der Gruppe Juvenil bis Fröhadult (15-21 Jahre) wird die Methode von Moorrees et al. (1963) verwendet.

Die Berechnung des Erhaltungszustandes wird mit dem komparativen Dentalindex (CDI) nach Brinch und Möller-Christensen (1949) und dem komparativen Alveolarindex (CAI) nach Strouhal (1959) vorgenommen. Um den Erhaltungszustand der Milch- und Wechselgebisse besser beschreiben zu können, erfolgt eine altersabhängige Berechnung mit Hilfe des Schemas von Ubelaker (1978).

Für die Altersschätzung konnten insgesamt 1923 Zähne (davon 57,2 % im Unterkiefer) beurteilt werden, davon 418 Milchzähne und 1505 bleibende Zähne. Diese verteilten sich auf 55 Milch-, 20 Wechsel- und 67 Dauergebisse. Letztlich konnten aufgrund der Untersuchungen 55 Individuen der Altersgruppe Infans 1, 28 der Altersgruppe Infans 2 und 59 der Altersgruppe Juvenil- Fröhadult zugeordnet werden.

Der Versuch der Unterteilung der Altersgruppe Juvenil-Frühadult anhand der Weisheitszahnentwicklung nach der Methode von Moorrees et al. (1963) ergab folgendes: Von den 59 der in Frage kommenden Individuen konnten 24 Individuen (40,6 %) für eine detailliertere Untersuchung herangezogen werden, da diese zumindest einen Weisheitszahn im Unterkiefer besaßen. Bei 8 der untersuchten Individuen (13,5 %) konnte durch eine genauere Schätzung des mittleren Alters eine Unterteilung der Altersgruppe Juvenil-Frühadult erreicht werden. Für den Erhaltungszustand der Milchgebisse ergab sich ein CDI von 34,4 % und ein CAI von 47,4 %. Für die Dauergebisse wurde ein CDI von 42,0 % und ein CAI von 50,5 % berechnet. Anhand dieser Zahlen muss der Erhaltungszustand des Materials als vergleichsweise schlecht charakterisiert werden.

Bei der Altersverteilung innerhalb der Altersgruppe Infans 1 und Infans 2 wird deutlich, dass eine hohe Säuglings- und Kleinkindersterblichkeit vorliegt (bis zum 4. Lebensjahr $n = 41$; 49,4 %). Danach sinkt die Sterblichkeit zunächst, um dann bei einfacher Summation der einzelnen Individuen in der Altersstufe vom 7. bis zum 9. Lebensjahr mit 19,2 % ($n = 16$) nochmals eine Zunahme zu erfahren. Diese hohe Kleinkindersterblichkeit, mit rascher Abnahme nach den ersten Lebensjahren, deckt sich mit den Angaben von Vergleichsarbeiten (u.a. Bach und Dušek 1971, Heinrich 2001).

Für die Altersschätzung der Juvenil bis Frühadulten ist festzuhalten, dass in diesem Altersbereich nur der dritte bleibende Molar für eine genauere Altersschätzung anhand der Zähne verwendet werden kann. Eine hinreichend zuverlässige Altersschätzung an diesem Zahn wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Nach der Methode von Moorrees et al. (1963) finden sich bei doppelter Standardabweichung große Altersspannen in der Wachstumsphase der Weisheitszahnwurzeln von 6,6 Jahren bis zu 8,7 Jahren. Mehrheitlich ist man sich heute jedoch einig, dass der Weisheitszahn unter Berücksichtigung seiner Wachstumschwankungen für die Altersschätzung der 15 bis 21-jährigen verwendet werden kann, wenn keine weiteren Kriterien herangezogen werden können. Es ist demnach möglich, mit der Methode von Moorrees et al. (1963) anhand der Weisheitszahnentwicklung einen genaueren Hinweis für das Sterbealter subadulter Skelettindividuen zu erhalten, um den Altersbereich Juvenil bis Frühadult in Ergänzung zu Ubelaker (1978) in Einzelgruppen (Juvenil; Frühadult) zu untersetzen.

Abschließend kann festgestellt werden, dass die Zahnmineralisation eine wesentlich exaktere Altersschätzungen zulässt als der Zahndurchbruch. Letzterer kann durch Faktoren wie den frühzeitigen Milchzahnverlust, Zahnretentionen, Platzmangel, Ernährung und andere äußere Faktoren beeinflusst werden und ist demnach weniger valide. Je älter ein Kind wird, desto ungenauer wird die Altersschätzung. Diese ist anhand der Mineralisation von Weisheitszähnen bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen aufgrund von Wachstumschwankungen mit einer Genauigkeit von etwa ± 4 Jahren (2s) möglich.

2 Einleitung und Zielstellung

Die Rekonstruktion der Bevölkerungsstruktur prähistorischer bzw. historischer Populationen ist eine wesentliche Aufgabe der anthropologischen Forschung. Aussagen über das Individualalter von Skeletten sind dabei eine der wichtigsten Informationsquellen für Anthropologen, Gerichtsmediziner und Archäologen. Für die Feststellung des Individualalters von subadulten Skelettindividuen ist die Altersschätzung anhand der Zahnentwicklung eine der am besten geeigneten Methoden. Darüber hinaus sind Zähne aufgrund ihrer besonders harten Struktur im Gegensatz zu Knochen bei Grabungen häufig vollständig erhalten. Im Rahmen der Rekonstruktion populationsbiologischer Strukturen der ur- und frühgeschichtlichen Bevölkerung des Mittel- und Saale-Gebietes wurden am Institut für Humangenetik und Anthropologie der Friedrich-Schiller-Universität Jena eine Reihe anthropologisch-stomatologischer Dissertationen veröffentlicht, denen auch diese Arbeit zuzuordnen ist. Unter anderem gehören zu dieser Reihe Arbeiten von Reinhardt (1969), Diez und May (1975), Rabold (1983), Pfützner (1999) sowie Vollandt (2001).

Dieser Untersuchung liegt Skelettmaterial des Reihengräberfriedhofs Dresden-Briesnitz zugrunde. Briesnitz befindet sich zwischen Meißen und Dresden. Im Mittelalter lag es nahe einer mächtigen Furt durch die Elbe, die einen wichtigen Kreuzungspunkt im überregionalen Wege- und Handelsnetz darstellte. Bereits in der Jungstein- und Bronzezeit begann die Besiedelung dieses Gebietes. Im frühen 11. Jahrhundert wurde hier ein Burgwartmittelpunkt mit Kirche errichtet. Die Innenfläche der slawischen Befestigungsanlage umfasst nach Darstellung von Henker und Wagner (1998) etwa 800 qm, in deren untersuchten Bereichen zahlreiche Gräber gefunden wurden, welche in drei Belegungsphasen eingeteilt werden konnten. Die Belegung des Friedhofs setzte im 10. Jahrhundert ein (erste Belegungsphase) und dauerte bis zum Ende des 12. Jahrhunderts an. In dieser, der ersten Belegungsphase, sind nur wenige Bestattungen nachweisbar. Die Mehrzahl der Gräber wurde in der zweiten Belegungsphase angelegt, welche das 12. und den Beginn des 13. Jahrhunderts bis etwa 1220 umfasst. Diese Phase zeichnet sich durch eine Belegungsverdichtung aus. Auf slawisches Brauchtum weisen Beigaben wie Schläfenringe und Eierschalen hin (Henker und Wagner 1998). Hölzerne Grabbauten fehlen, dafür wurden mehrfach steinerne Grabplatten gefunden. Die erste und zweite Belegungsphase werden in neueren Arbeiten zusammengefasst (Häckel et al. 2001). In einer weiteren Belegungsphase, früher als dritte Belegungsphase bezeichnet, fanden regellose Massenbestattungen statt (Wagner 1994), die möglicherweise auf Opfer einer Burgstürmung zurückzuführen sind. Zeitlich ist diese Phase etwa um die Jahre 1220 bis 1242 anzusetzen.

Die vorliegende Arbeit beinhaltet die zahnmedizinische Auswertung der Skelettfunde von Kindern (Infans 1 und Infans 2) und jungen Erwachsenen (Juvenil und Frühadult). Zeitgleich

wurde vom Institut für Humangenetik und Anthropologie der FSU Jena eine Arbeit mit ähnlicher Zielstellung über das bronzezeitliche Gräberfeld Melchendorf angelegt (Kaiser in Vorb.). Um vollständig mit den Ergebnissen von Kaiser (in Vorb.) vergleichbar zu sein, erfolgt die Bearbeitung sowie die Auswertung des Materials mit identischen Methoden. Das Hauptziel beider Arbeiten besteht in der Altersschätzung der subadulten Individuen anhand des Zahndurchbruchs und der Zahnmineralisation nach der von Ferembach et al. (1979) empfohlenen Methode von Ubelaker (1978).

Der Literaturteil dieser Arbeit soll einen einführenden Überblick über die erste- und zweite Dentition sowie über den aktuellen Kenntnisstand der endogenen und exogenen Einflussfaktoren auf die Zahnentwicklung geben. Weiterhin werden ausgewählte Methoden zur Altersschätzung anhand der Zahnentwicklung vorgestellt, welche sich in ihren beschriebenen Entwicklungsstadien unterscheiden.

Die Anwendbarkeit der Methoden auf historisches Skelettmaterial soll an einer kleinen Serie von 15 vollständig erhaltenen Individuen stellvertretend für die Gebissklassen Milch-, Wechsel- und Dauergebiss überprüft werden. Darüber hinaus gilt es eine Methode zu finden, die eine genauere Beschreibung der Weisheitszahnentwicklung als die von Ubelaker (1978) ermöglicht und folglich für eine detailliertere Darstellung der Altersverteilung in der Altersspanne von 15 bis 21 Jahren geeignet ist. Um ergänzend zu Ubelaker (1978) zu wirken, ist es weiterhin notwendig, dass die gewählte Methode über den gesamten Altersbereich von der Geburt bis zu 21 Jahren anwendbar ist und dem geschätzten Alter nach Ubelaker (1978) möglichst nahe kommt. Die Genauigkeit der Altersschätzung anhand der Weisheitszahnentwicklung soll unter Verwendung der eigenen Untersuchung und unter Zuhilfenahme der Literatur kritisch diskutiert werden. Weiterhin wird versucht, mit Hilfe der beschriebenen Methoden eine möglichst genaue bzw. maximale Beschreibung der Zahnentwicklung in Wort und Bild zu erarbeiten, welche anhand von morphologischen Entwicklungsstufen objektiv reproduzierbar und universell vergleichbar ist. Für jedes Individuum soll der Durchbruch- und Mineralisationsfortschritt eines jeden Zahnes mittels entsprechender Codierung dokumentiert werden. Im Anschluss an die Altersschätzung wird der Erhaltungszustand der Gebisse (CDI und CAI) in Abhängigkeit vom ermittelten Alter berechnet. Weiterführend soll eine neue Methode für die altersabhängige Berechnung des Erhaltungszustandes anhand des Schemas von Ubelaker (1978) vorgestellt werden, da sich die exakte Berechnung von Kindergebissen mittels CDI und CAI aufgrund des stattfindenden Zahnwechsels als schwierig erweist. Die vorliegenden Ergebnisse der Altersschätzung und des Erhaltungszustandes werden vergleichbaren Daten aus der Literatur gegenübergestellt und diskutiert. Die Problematik der Vergleichbarkeit des Erhaltungszustandes von Gräberfeldern untereinander, die Diskussion der Methode von Ubelaker (1978) sowie die für die Altersschätzung verwendete Codierung für Durchbruch und Mineralisation werden von Kaiser (in Vorb.) genauer erörtert.

3 Literaturübersicht

3.1 Nomenklatur und Anatomie der Dentitionen

Das menschliche Gebiss ist einem einmaligen Zahnwechsel unterworfen. Die Zähne der ersten Dentition werden als Milchzähne (*Dentes decidui*) und die der zweiten Dentition als bleibende Zähne (*Dentes permanentes*) bezeichnet (Schumacher 1983). Dabei bezeichnet Schumacher (1983) alle bleibenden Zähne, die an die Stelle von Milchzähnen treten, als Ersatzzähne und die distal der Milchzähne durchbrechenden als Zuwachszähne.

In der ersten Dentition erscheinen 20 Milchzähne, wobei in jeden Kiefer 10 und auf jede Kieferhälfte 5 entfallen. Dagegen enthält das bleibende Gebiss 32 Zähne, davon im Ober- und Unterkiefer jeweils 16 und 8 in jeder Kieferhälfte (Schumacher 1983).

Zähne mit ähnlichen Merkmalen werden zu Zahngruppen zusammengefasst (vgl. Abb.1). Für das bleibende Gebiss sind dies pro Quadrant je 2 Schneidezähne (*Dentes incisivi*), 1 Eckzahn (*Dens caninus*), 2 Prämolaren (*Dentes praemolares*) sowie drei Malzähne (*Dentes molares*). Prämolaren sind im Milchgebiss nicht vorhanden. An entsprechender Stelle finden sich 2 Milchmolaren.

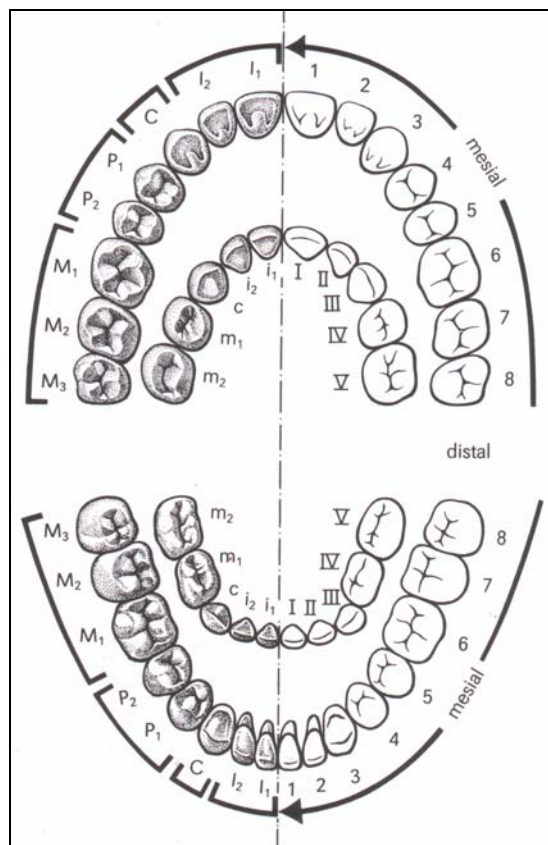


Abb.1: Verteilung und Kurzbezeichnung der Zähne (aus Schumacher 1983)

Als mittlerer Schneidezahn wird der Zahn angesehen, welcher der Median-Sagittal-Ebene am nächsten steht. Der nächste distal gelegene wird als seitlicher Schneidezahn bezeichnet (Schumacher 1983, Schumacher und Schmidt 1990). In der Reihenfolge folgt von mesial nach distal bei Erwachsenen der Eckzahn, gefolgt von den Prämolaren (1. und 2. Prämolare) und den Molaren, die als 1., 2. und 3. Molar (Weisheitszahn) bezeichnet werden. Bei Kindern finden sich anstelle der beiden Prämolaren der 1. und 2. Milchmolar. Zur Kennzeichnung der Zähne kommen im zahnmedizinischen Routinegebrauch statt der Namen nur Zahlen zum Einsatz (vgl. Abb.3).

Tillmann (1997) beschreibt Zahnformeln, aus welchen die Anzahl und die Verteilung der Zahngruppen ersichtlich wird. Eine Zahngruppe wird durch den ersten Buchstaben ihrer lateinischen Bezeichnung gekennzeichnet: I = Incisivi, C = Canini, P = Prämolaren, M = Molaren. Einen innerhalb der Zahngruppe zu bestimmenden Zahn markiert man dadurch, dass dem Buchstaben eine arabische Zahl nachgestellt wird. Für die Kennzeichnung der Milchzahngruppen führte Bolk (1911) kleine Buchstaben ein. Einen Überblick über die gebräuchlichen Abkürzungen der Zahngruppen gibt Tabelle 1.

Tab.1: Einteilung der Milch- und Dauerzähne nach den jeweiligen Zahngruppen

Zahngruppe	Abkürzungen Milchzähne	Abkürzungen Dauerzähne	Definitionen
Incisivi	[i 1] [i 2]	I 1 I 2	erster [Milch-] Schneidezahn zweiter [Milch-] Schneidezahn
Canini	[c]	C	[Milch-] Eckzahn
Prämolaren	-	P 1 P 2	erster Prämolare zweiter Prämolare
Molaren	[m 1] [m 2]	M 1 M 2 M 3	erster [Milch-] Molar zweiter [Milch-] Molar dritter Molar (Weisheitszahn)

Im Routinesprachegebrauch werden die Zähne von vorn (anterior) nach hinten (posterior) durchnummeriert, d.h. der mittlere Schneidezahn wird als „Einser“, der seitliche Schneidezahn als „Zweier“, der Eckzahn als „Dreier“ u.s.w. bezeichnet. Bei Schumacher und Schmidt (1990) werden allgemeine und spezielle Richtungsbezeichnungen für die Orientierung an den Zähnen angegeben. Die Zahnkrone kann demnach in ein okklusales, mittleres und zervikales Drittel gegliedert werden, die Wurzel in ein zervikales, mittleres und apikales Drittel. Die Schmelz-Zement-Grenze stellt die anatomische Grenze zwischen Zahnkrone und Zahnwurzel dar. Der Verlauf ist bei den einzelnen Zähnen unterschiedlich: auf der vestibulären und lingualen Fläche in Richtung Alveolarrand konvex und auf den

approximalen Flächen in Richtung Alveolarrand konkav. Die Krümmung der Bögen nimmt von vorn (mesial) nach hinten (distal) ab und ist im Seitenzahngebiet am geringsten (Abb.2).

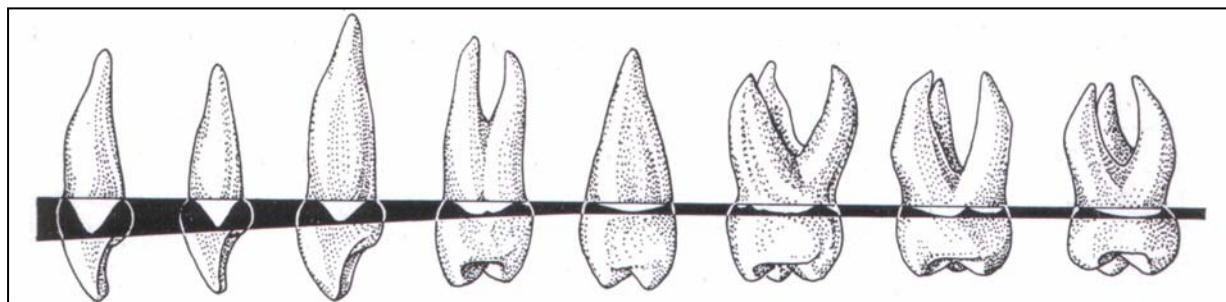


Abb.2: Verlauf der Schmelz- Zementgrenze nach Schumacher (1983)

Kurzbezeichnungen und Gebiss schemata

Mittels der Transverale- und Sagittalebene wird das Gebiss in 4 Quadranten zerlegt und es ergibt sich das Bild eines Achsenkreuzes. Dabei stellt die Horizontale (Transversalebene) die Trennlinie zwischen Ober- und Unterkiefer und die Vertikale (Sagittalebene) die Trennlinie zwischen rechter und linker Kieferhälfte dar. Entsprechend dem von der Federation Dentaire Internationale (FDI) 1971 eingeführten System erhält jeder Quadrant eine Kennziffer, die durch die Ziffer des zu bezeichnenden Zahnes ergänzt wird. Der obere rechte Quadrant erhält die Ziffer 1. Die weitere Bezifferung erfolgt von 2 bis 4 im Uhrzeigersinn (Abb.3). Die Quadranten des Milchgebisses erhalten die Ziffern 5 bis 8 (Schumacher 1983, Schumacher und Schmidt 1990). Alle Zahnformeln werden so aufgeschrieben, wie der Untersucher das vor ihm liegende Gebiss sieht, d.h. beim Betrachten des Achsenkreuzes stehen alle linken Zähne rechts und alle rechten Zähne links von der vertikalen Trennlinie.

Permanente Zähne

1. Quadrant								2. Quadrant							
18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38
4. Quadrant								3. Quadrant							

Milchzähne

5. Quadrant					6. Quadrant				
55	54	53	52	51	61	62	63	64	65
85	84	83	82	81	71	72	73	74	75
8. Quadrant					7. Quadrant				

Abb.3: Zahnschemata nach der Federation Dentaire Internationale, Bukarest (1971)

3.2 Die Zahnentwicklung

In dem folgenden Literaturüberblick sollen die aktuellen Kenntnisse der Zahnentwicklungs- und Dentitionsforschungen umrissen werden. Dabei wird auf den Einfluss endogener und exogener Faktoren auf die Zahnentwicklung sowie auf die Physiologie der ersten und zweiten Dentition eingegangen. Es ist anzunehmen, dass die endogenen und exogenen Faktoren auch die Zahnentwicklung historischer Populationen beeinflusst haben. In welchem Umfang eine solche Beeinflussung stattgefunden hat kann jedoch nur vermutet werden.

3.2.1 Endogene und exogene Faktoren

Die Zahnentwicklung stellt einen Entwicklungskomplex dar, der in vielfältiger Weise durch verschiedenste endogene und exogene Faktoren gesteuert wird (Schumacher und Schmidt 1990). Einen Überblick über die häufig diskutierten Faktoren gibt Abbildung 4.

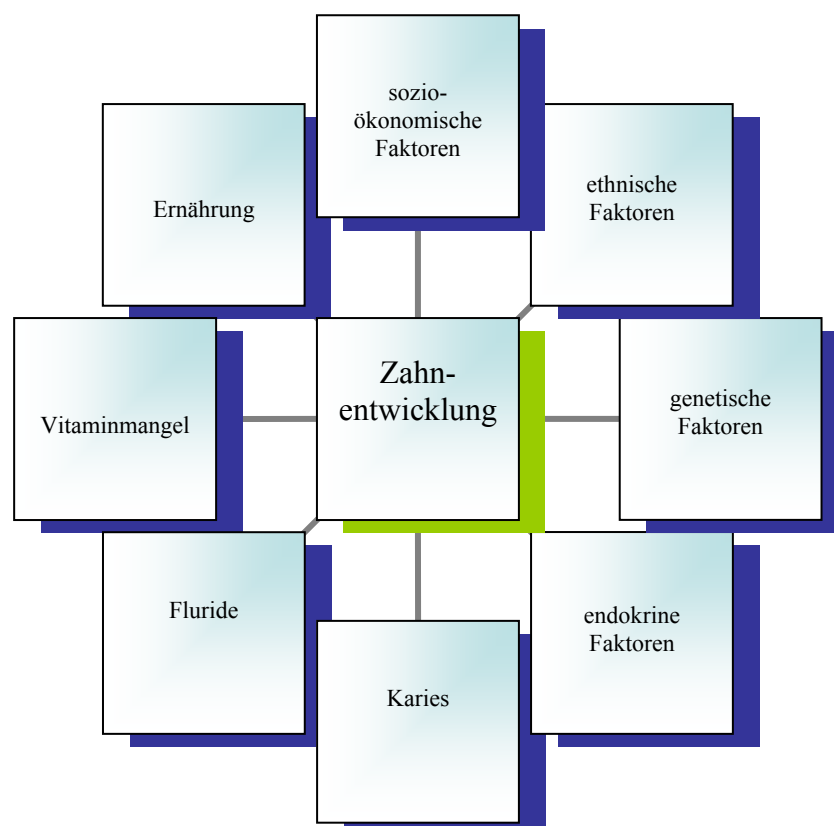


Abb.4: Beeinflussung der Zahnentwicklung

Endogene Faktoren

Genetische Faktoren:

Unbestritten ist der starke genetische Einfluss auf die Dentition (Tanner 1962, Muretic et al. 1987, Duterloo 1992). Die Variation von Mineralisation und Durchbruch der bleibenden Zähne ist zu 80 % genetisch determiniert (Garn et al. 1965, Ryman et al. 1975). Nach Garn et al. (1965) ist der Zahn vor allem in seiner Größe und Form genetisch determiniert. Sie betonen dabei die Bedeutung X-chromosomaler Gene. Alvesalo und Portin (1980), Alvesalo und Tammasilo (1985) sowie Alvesalo (1997) widerlegen bzw. erweitern diese Aussage und heben die Wirkung von Y-chromosomalen Genen hervor. Alvesalo (1997) führte in diesem Zusammenhang zahlreiche Untersuchungen an Individuen mit verschiedenen Anomalien der Geschlechtschromosomen und deren gesunden Geschwistern durch. Dabei stellte er fest, dass die Y-chromosomalen Gene die Bildung des Zahnschmelzes und des Dentins steuern, während den X-chromosomalen Genen hauptsächlich bei der Schmelzbildung eine Funktion zuzukommen scheint. Folglich resultiert der Größenunterschied der Zähne zwischen Männern und Frauen nach Alvesalo (1997) im wesentlichen durch die Wirkung der Y-chromosomalen Gene, welche für eine gesteigerte Dentinbildung verantwortlich sind.

Eine Beschleunigung der dentalen Entwicklung stellen Kotilainen und Pirinen (1999) bei Jungen mit Martin-Bell-Syndrom (Syndrom des fragilen X-Chromosoms) sowie bei weiblichen Konduktorinnen dieses Syndroms fest. In diesem Zusammenhang kommen der Zwillingsforschung große Verdienste zu. Sie eignet sich sehr gut zur Bestimmung des genetischen Anteils der phänotypischen Varianz eines Merkmals. Bei Untersuchungen an ein- und zweieiigen Zwillingen stellen Harzer und Ullmann (1990) eine hohe genetische Fixierung der Odontogenese und der Zahnbogenmaße fest.

Harzer (1987) findet einen hohen genetischen Anteil an der Variation des mesiodistalen Kronendurchmessers. Dieser genetische Einfluss nimmt von den Schneidezähnen zu den Prämolaren hin ab. Dies gilt jedoch nur im Unterkiefer und nicht im Oberkiefer. Im Ergebnis seiner Untersuchungen stellt er die Hypothese auf, dass die Entwicklung der Zahnkeime sowohl autosomal als auch X-chromosomal gesteuert wird. Pelsmaekers et al. (1997) finden bei monozygoten Zwillingen signifikant höhere zwischenpaarige Korrelationen für das Zahnalter als bei diszygoten Zwillingen. Daraus ziehen sie den Schluss, dass die Zahnentwicklung einem starken genetischen Einfluss unterliegt.

Ethnische Faktoren:

Im Jahre 1909 wurde die Ära der systematischen Zahnentwicklungsforschung von Röse eingeleitet. In seinen äußerst umfangreichen Untersuchungen wandte er erstmals das arithmetische Mittel zur Beschreibung der Durchbruchzeiten der Zähne an. Die von ihm festgestellten Unterschiede in den Durchbruchzeiten führt Röse (1909) in erster Linie auf „Rasseneinflüsse“ (nach Röse 1909) zurück. Einen entscheidenden Faktor zur Beeinflussung der Entwicklung des bleibenden Gebisses stellt nach Schour und Massler (1941) ebenfalls die „Rasse“ eines Individuums dar. Garn et al. (1973) registrierten im Vergleich von nahezu 10000 amerikanischen Weißen und Schwarzen bei gleichen Einkommensverhältnissen einen deutlichen Vorsprung der „schwarzen Rasse“ (nach Garn et al. 1973) beim Zahndurchbruch. Maki et al. (1999) untersuchten das Zahnalter von weißen, chinesischen und japanischen amerikanischen Kindern, die alle in San Francisco leben. Da Maki et al. (1999) für die weißen amerikanischen Kinder bei gleichem chronologischem Alter ein signifikant höheres Zahnalter feststellten, sahen sie damit den Einfluss der Populationszugehörigkeit als erwiesen an. Olze et al. (2003) untersuchten das Zahnalter von Deutschen, Japanern und schwarzen Südafrikanern. Sie stellten im Vergleich zu den gleichweit entwickelten Deutschen (gleicher Entwicklungsstand bzw. gleicher Zahnstatus) ein signifikant höheres chronologisches Alter der japanischen Probanden und ein signifikant niedrigeres chronologisches Alter der südafrikanischen Probanden fest. Olze et al. (2003) sehen damit ebenfalls den Einfluss der Ethnie auf die Zahnentwicklung als erwiesen an.

Endokrine Faktoren:

Für die endokrine Beeinflussung der Dentition durch das Wirken von Wachstums- und Reifungshormonen findet sich in der Literatur eine allgemeine Bestätigung.

Schumacher und Schmidt (1990) nennen in diesem Zusammenhang die Hormone der Hypophyse, der Schilddrüse, der Epithelkörperchen, der Nebennierenrinde sowie der Keimdrüsen. Dysfunktionen und Krankheiten der endokrinen Organe können zur völligen Dissoziation des chronologischen Alters, Skelett- und Zahnalters führen (Adler 1967b). Salzmann (1954) beschreibt eine Beschleunigung der knöchernen und dentalen Entwicklung bei einem Hyperthyreoidismus. Nach Blunk (1990) führt eine Insuffizienz der Adenohypophyse zu einer retardierten Skelett- und Gebissentwicklung. Cantu et al. (1997) geben bei der Untersuchung von Kindern mit einem idiopathischen Wachstumshormonmangel im Durchschnitt einen Rückstand im Zahnalter von nur 0,8

Jahren an. Vallejo-Bolanos et al. (1999) bestätigen dies und geben einen signifikanten Rückstand von 0,92 Jahren an. Fleischer-Peters und Ziegler (1983) zeigen in Untersuchungen an Patienten mit hypophysärem Minderwuchs für die Zahnentwicklung die geringste Retardierung.

Exogene Faktoren

Der sozioökonomische Faktor:

Sozioökonomische Faktoren können beschleunigend oder verzögernd auf die Dentitionen wirken.

Bei Untersuchungen an Kindern unterschiedlicher sozialer Schichtungen wiesen Bauer (1927) und Garn et al. (1959) eine Beschleunigung der Dentition bei Kindern von sozial besser gestellter Schichten nach. Prigge (1936) registrierten den Beginn der 2. Dentition bei Mädchen höherer Töchterschulen früher als bei Schülerinnen der Mittel- und Volksschulen. Eine Tendenz zum früheren Durchbruch der Zähne fanden auch Clements et al. (1957) bei Kindern wohlhabender englischer Familien.

Bei Untersuchungen an Kindern der Dritten Welt (Fleshman 2000) zeigte sich eine Durchbruchverzögerung.

Keine sozioökonomische Beeinflussung der Mineralisation der bleibenden Zähne fanden Sapoka und Demirjian (1971) in Kanada.

Ernährung:

Der Einfluss der Ernährung auf die Dentition ist umstritten.

Demirjian (1986) begrenzt den Einfluss der Ernährung auf ein geringes, statistisch nicht nachweisbares Maß. Cifuentes und Alvarado (1973) konnten bei Kindern aus Guatemala keinen Einfluss hochgradiger Mangelernährung auf den Milchzahndurchbruch feststellen.

Dagegen verzögerte Unterernährung die Milchzahneruption bei Bengalen (Mukherjee 1973). Billewicz und McGregor (1975) ermitteln bei Kindern aus Gambia einen Einfluss lang anhaltender Unterernährung, jedoch weniger auf die Zähne als auf die übrige körperliche Entwicklung.

Vitaminmangel:

Eine Durchbruchsverzögerung der Zähne beschreibt Plathner (1968) bei Personen mit Vitaminmangelerscheinungen (Vitamin A- bzw. Vitamin C-Mangel). Diese Feststellung bestätigt Kübler (1990) für die als Rachitis bekannte Vitamin D-Hypovitaminose. Durch Gabe von Vitamin D kann der Zahndurchbruch wieder beschleunigt werden (Schumacher und Schmidt 1990), da Vitamin D die Calciumresorption im Darm fördert. Schumacher und Schmidt (1990) beobachten ebenfalls einen verzögerten Zahndurchbruch bei einem Vitamin-A-Mangel.

Fluoride:

Adler (1952) weist darauf hin, dass Fluorid aufgrund eines hocheffektiven Kariesschutzes zum längeren Erhalt der Milchzähne beiträgt und somit zumindest die 2. Dentition beeinflusst. Auch nach Bauer et al. (1978) hat die längere Erhaltung der Milchmolaren in der Mundhöhle aufgrund kariesprotektiver Anreicherung des Trinkwassers mit 1 ppm Fluorid einen späteren Durchbruch der Prämolaren zur Folge. Künzel (1984) stellt ebenfalls ein verspätetes Durchbruchsverhalten der Prämolaren fest. Dieses führt er auf den Kariesrückgang durch die Trinkwasserfluoridierung zurück.

Karies:

Lokale Faktoren beeinflussen vor allem den Durchbruch einzelner Zähne und Zahngruppen. Dabei kommt dem kariesbedingten vorzeitigen Milchzahnverlust große Bedeutung zu (Künzel 1976). Von einem vorzeitigen oder frühzeitigen Milchzahnverlust spricht man, wenn die Entfernung eines Milchzahnes länger als ein Jahr vor dem zu erwartenden Durchbruch des Nachfolgers erfolgt (Hennemann und Holtgrave 1989). Durch vorzeitigen Milchzahnverlust kann es neben den negativen Folgen für die Stützzonenlänge zu einer Durchbruchsverzögerung bzw. Durchbruchsbeschleunigung der betroffenen Prämolaren kommen. Diese Effekte weisen u.a. Rönnermann (1977) sowie Kochhar und Richardson (1998) in ihren Untersuchungen nach. Erfolgt der Verlust bis zu 2 Jahre vor dem physiologischen Durchbruchstermin des Ersatzzahnes, kommt es zu dessen beschleunigter Eruption. Eine Durchbruchsverzögerung tritt bei noch früherem Verlust des Milchzahnes ein (Adler 1967a). Eine Beschleunigung oder Verzögerung des Durchbruchs hängt davon ab, ob sich über der Krone des bleibenden Zahnes noch einmal eine Knochenlamelle bildet oder ob der durch den Milchzahnverlust geschaffene Eruptionsweg bestehen bleibt.

3.2.2 Der Zahndurchbruch

Der Zahndurchbruch erfolgt nach Ausbildung der Krone und eines Teils der Wurzel, d.h. die Wurzel ist zum Zeitpunkt des Durchbruchs noch nicht voll ausgebildet. Die Zahneruption ist ein komplexer Vorgang, gekennzeichnet durch das Wurzelwachstum, die Sprengwirkung des Pulpawulstes, Resorption und Apposition im Kieferknochen sowie Auflösung der bedeckenden Schleimhaut (Schumacher und Schmidt 1990). Dabei ist die Mechanik des Zahndurchbruches durch zwei Vorgänge gekennzeichnet. Zum einen die aktive Okklusalwanderung des Zahnes und zum anderen die passive Verdrängung (Retraktion) der Weichteile (Schumacher und Schmidt 1990, Künzel 1976). Diese Vorgänge betreffen den Durchbruch der Milch- und Zuwachszähne. Bei der Eruption der Ersatzzähne finden zusätzlich Resorptionsvorgänge an den Milchzahnwurzeln statt (Künzel 1976). Das Vorhandensein des Zahnfollikels wird nach Wise und Lin (1994), Lin et al. (1996), Schroff et al. (1996), Wise et al. (1996), Wise et al. (1999) sowie Que et al. (1999) als entscheidend für die Reifung der Zähne im Alveolarknochen und ihren Durchbruch angesehen. Die Eruption des Zahnes findet ohne diese bindegewebige Struktur offensichtlich nicht statt. Die bleibenden Zahnkeime bewegen sich im Sinne einer mesialen Aufrichtung im Kieferknochen okklusalwärts (Broadbent 1941). Der Durchbruch gilt als abgeschlossen, wenn der Zahn die Okklusionsebene erreicht hat (Schumacher und Schmidt 1990).

Die Wurzelbildung ist 4 bis 6 Monate nach vollendetem Zahndurchbruch abgeschlossen und es kommt zu einer relativen Stagnation der Wurzelbildung (Künzel 1976). Nach erfolgter Eruption ist die Zahnbewegung noch nicht beendet. Durch den Druck der distal durchbrechenden Molaren kommt es zu einer Mesialverschiebung der davor stehenden Zähne. Die nach distal abgebogenen Wurzelenden werden als Ergebnis dieser Mesialverschiebung gedeutet (Schumacher und Schmidt 1990). Im weiteren Lebenslauf erhält die Wurzel aufgrund dieser Mesialwanderungen und auch durch Zahnabrasion einen ständigen, wenn auch geringen Zuwachs an Wurzelzement.

Im gesunden, bleibenden Gebiss bilden am Ende der zweiten Zahnung je nach Vollständigkeit 28 bis 32 Zähne im Oberkiefer einen annähernd elliptischen und im Unterkiefer einen parabelförmigen, lückenlosen Bogen (Eismann 1976).

Neben den Problemen der Zahndurchbruchmechanik stand die Frage der Akzeleration der Dentition in Folge des säkularen Trends (Wachstumsbeschleunigung) immer wieder im Zentrum zahlreicher Untersuchungen. Adler (1958) beschreibt die Akzeleration der Dentition als früheren Eintritt und schnelleren Ablauf des Zahnwechsels. Zahlreiche Autoren bestätigen einen säkularen Trend der Dentition (Bennholdt-Thomsen 1938, Hellman 1943, Graudenz 1954, Janson 1970, Flügel et al. 1986, Nadler 1998, Eskeli et al. 1999), oder vermuten dies zumindest anhand ihrer Untersuchungsergebnisse (Wurschi 1993, Kromeyer und Wurschi 1996). Die Anzahl der Autoren, die diesen Trend verneinen, ist ebenso zahlreich (Bauer et al. 1974, Harzer et al. 1984, Künzel 1984). Die Autoren stellen bei ihren Untersuchungen einen fluoridbedingten verspäteten Zahndurchbruch fest (vgl. S.12). Obwohl Fluoride den Zahndurchbruch beeinflussen, kann dennoch eine grundsätzliche Akzeleration stattfinden.

3.3 Die erste Dentition

Die erste Dentition umfasst den gesamten Zeitraum der Milchzahneruption. Als Milchgebissperiode gilt nach Schumacher und Schmidt 1990 der Zeitraum vom Durchbruch des unteren mittleren Milchschnidezahns bis zur Eruption des ersten bleibenden Zahns.

Die gewebliche Entwicklung der Milchzähne

Die Entwicklung der Milchzähne beginnt bei dem menschlichen Embryo in der 6. Entwicklungswoche (Pilz et al. 1980). Zunächst treten die Zahnkeime für die mittleren- und seitlichen Milchschnidezähne sowie die der Milcheckzähne auf, insgesamt 6 Zahnkeime im Oberkiefer und 6 im Unterkiefer. Die Zahnkeime bestehen aus Schmelzorgan, Zahnpapille und Zahnsäckchen. Mit etwa 7,5 Wochen erscheinen die 4 Zahnkeime für die ersten Milchmolaren und nach 10,5 Wochen die 4 der zweiten Milchmolaren (Meyer 1951).

Es werden aufeinander folgend drei Entwicklungsstadien unterschieden, die gleichermaßen bei Milch- und bleibenden Zähnen auftreten: 1. knotenförmiges, 2. kappenförmiges und 3. glockenförmiges Stadium. Die Milchzahnkeime liegen vorerst gemeinsam in einer Rinne des Kieferknochens. Erst später findet eine Untergliederung in Alveolen statt. Etwa zum 6. Embryonalmonat liegt dann jeder Milchzahnkeim gemeinsam mit seinem Ersatzzahnkeim (ges. 20 Stück) in einer Alveole. Im nächsten Schritt erhalten sie ein eigenes Zahnfach. Der Knochen schließt dann die Zahnkeime fast völlig ein. Die weitere Entwicklung der Milchzähne erfolgt an dem Ort, an dem sie später durchbrechen (Pilz et al. 1980).

Die Mineralisation der Milchzähne

Die beginnende Mineralisation der Zahnkeime entspricht dem Entwicklungsstadium der initialen Kronenbildung. Die Zahnkeimkrone ist vor Beginn der Hartschmelzbildung in ihrer Gesamtheit bereits so weit gewachsen, dass sie die Größe der späteren, voll ausgebildeten Krone erreicht hat (Pilz et al. 1980). Dabei beginnt die Hartschmelzbildung an der Zahnschmelzspitze und breitet sich von dort allmählich in Richtung Zahnhals aus. Sie beginnt bei den Milchfrontzähnen bereits im 4. bis 5. Embryonalmonat im Bereich der späteren Krone. Die initiale Kronenbildung des ersten Milchmolaren setzt Ende des 5. Embryonalmonats, die des zweiten Milchmolaren im 7. Embryonalmonat ein. Dabei liegt die Dentinbildung zeitlich etwas vor der Schmelzbildung. Die Dentinbildung der Milchzähne beginnt bereits mit Ende des 4. Embryonalmonats (Pilz et al. 1980).

Durchbruchszeiten der Milchzähne und Chronologie des Milchzahndurchbruchs

Der Durchbruch der Milchzähne beginnt im Alter von 5 bis 8 Monaten mit den unteren mittleren Milchschnitzzähnen, gefolgt von denen des Oberkiefers. Der weitere Durchbruch vollzieht sich in der Reihenfolge: Obere seitliche Milchschnitzzähne, untere seitliche Milchschnitzzähne, obere 1. Milchmolare, untere 1. Milchmolare, obere Milchkieferzähne, untere Milchkieferzähne, untere 2. Milchmolare und schließlich die oberen 2. Milchmolare (Schumacher und Schmidt 1990). Einen Überblick über die minimalen und maximalen Durchbruchszeiten zeigt Tabelle 2.

Tab.2: Minimale und maximale Durchbruchszeiten sowie Durchbruchshöhepunkte in Monaten an 250 kontinuierlich untersuchten Kindern aus dem Schweriner Raum- nach H. Ehlers 1967 (aus Schumacher und Schmidt 1990)

Zähne	Frühester Durchbruch (Monate)	Spätester Durchbruch (Monate)	Höhepunkt (Monate)	Höhepunkt in Prozent (Zahl der Zähne)
Oberkiefer				
i ₁	2	19	9	21,2
i ₂	6	25	12	18,8
c	11	30	17	17,2
m ₁	8	22	14	23,4
m ₂	17	35	27	14,0
Unterkiefer				
i ₁	3	16	7	22,6
i ₂	6	25	12	21,6
c	12	29	20	17,4
m ₁	9	22	15	23,0
m ₂	17	35	25	18,0

Nach Künzel (1976) setzt der Milchzahndurchbruch im 6. bis 8. Lebensmonat ebenfalls mit dem Durchbruch der unteren mittleren Milchschnidezähne ein. Wie auch bei Schumacher und Schmidt (1990) brechen nur die mittleren Milchschnidezähne und die 2. Milchmolaren im Unterkiefer zuerst durch, alle anderen Zähne erscheinen im Oberkiefer früher. Etwa nach 2,6 Jahren ist die Milchzahneruption abgeschlossen (Künzel 1976). Schumacher und Schmidt (1990) halten den Abschluss der Eruption mit 2,5 bis 3 Jahren für vollzogen.

3.4 Die zweite Dentition

Die zweite Dentition umfasst den Zeitraum der Eruption der bleibenden Zähne und beginnt mit der Wechselgebissperiode.

Die Wechselgebissperiode

In der Wechselgebissperiode erfolgt der Zahnwechsel. Unter Zahnwechsel versteht man die Ablösung der Milchzähne durch die Ersatzzähne. Die Wechselgebissperiode beginnt mit dem Verlust der Milchschnidezähne und endet mit dem Ausfall der 2. Milchmolaren und dem Durchbruch der 2. Prämolaren. Der Zahnwechsel wird mit der Resorption von Alveolarknochen eingeleitet. Es folgt dann die Auflösung des Periodontalligaments sowie der Abbau der Milchzahnwurzeln. Die Resorption der Milchzahnwurzeln beginnt etwa mit 4,5 Jahren, gestaffelt nach Notwendigkeit eines späteren Durchbruches. Sie erfolgt je nach Lage der Ersatzzahnkeime an der Wurzelspitze, bei einwurzeligen Milchzähnen gleichzeitig auf der lingualen Seite der Zahnwurzel und bei mehrwurzeligen Zähnen an der Bi- bzw. Trifurkation. Korkhaus (1939) sowie Kessler und Schmitz (1953) teilen den Zahnwechsel in folgende zwei Phasen ein:

1. Durchbruch und Einstellung der 1. bleibenden Molaren und der bleibenden Schneidezähne (6.-9. Lebensjahr)
2. Ausfall der Milcheckzähne und Milchmolaren mit Einstellung der entsprechenden Ersatzzähne (9.-12. Lebensjahr).

Schumacher und Schmidt (1990) gliedern die zweite Dentition in 3 Perioden (Abb.5):

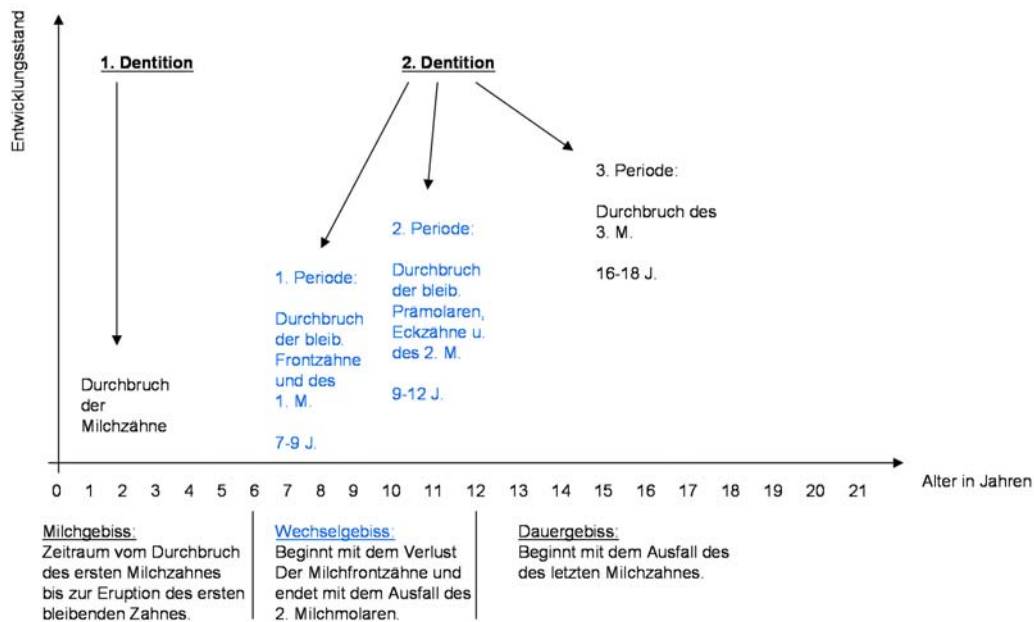


Abb.5: Überblick über die Perioden der Dentitionen

In der **1. Periode** (7. bis 9. Lebensjahr) kommt es zum Ausfallen der Milchschnidezähne und zum Durchbruch des 1. permanenten Molars distal von der Milchzahnreihe. In der **2. Periode**, zwischen dem 9. und 12. Lebensjahr, werden die Milcheckzähne gegen die permanenten Eckzähne und die Milchmolaren gegen die Prämolaren ausgetauscht. Im Unterkiefer erfolgt der Zahnwechsel mit dem Durchbruch der bleibenden Zähne in der Reihenfolge C, P1, P2 und im Oberkiefer P1, C, P2. Die zweite Periode endet mit dem Erscheinen des 2. Molaren. Die **3. Periode** umfasst die Zeit vom 16. bis 18. Lebensjahr, in welcher der 3. Molar erscheint.

Die Keime der Zuwachszähne, d.h. die Molarenkeime, entwickeln sich distal von der Milchzahnreihe im Tuber maxillae bzw. am Grund des aufsteigenden Kieferastes. Dieses Gebiet wird als Molarenfeld bezeichnet. Die Molarenkeime bilden eine posteriore Staffelung. Zuerst liegen sie mehr horizontal. Die Okklusalfächen der oberen Molarenkronen sind nach distal und die der unteren nach mesial gerichtet. Bis zur Einnahme ihrer endgültigen Position in den Kiefern führen sie eine Drehung um 90° aus.

Während der weiteren Entwicklung der Molarenkeime verlängern sich Ober- und Unterkiefer. Mit dem Durchbruch des oberen Weisheitszahns wird das Tuber maxillae endgültig ausgebildet, das Mittelgesicht erreicht damit seine endgültige Tiefe.

Durchbruchfolgen und -zeiten der permanenten Zähne

Die Eruption der permanenten Zähne erstreckt sich über eine wesentlich längere Zeit als der Milchzahndurchbruch und verläuft in unregelmäßigeren Abständen. Die Eruptionstermine der permanenten Zähne sind wesentlich größeren Schwankungen unterworfen, besonders die der zuletzt durchbrechenden Zähne. Laut Schumacher und Schmidt (1990) war es Cartwright, der 1875 erstmals Durchbruchstermine für die bleibenden Zähne postulierte. Viele weitere Autoren, wie zum Beispiel Kessler (1953), Röse (1909), Adler (1957), Bauer et al. (1978), Haavikko (1970), Koenig (1993), Schumacher und Schmidt (1990) oder Glöckler (1992) haben sich seither mit den mittleren Durchbruchzeiten befasst. Das mediane Zahneruptionsalter ist das Alter, in dem bei 50 % der Probanden der Zahndurchbruch erfolgt ist (Dokládál 1985). Tabelle 3 zeigt die von Adler (1967a) ermittelten mittleren Durchbruchzeiten der bleibenden Zähne.

Tab.3: Durchbruchzeiten der Zähne in Jahren und deren Dezimalbrüche, von P. Adler (1967a) nach seinem eigenen selektierten ungarischen Probandengut und aus der Literaturzusammenstellung (aus Schumacher und Schmidt 1990)

Zähne	Durchbruchstermine nach der Weltliteratur						Mittelwerte nach				Selektiertes ungarisches Probandengut $\bar{x} \pm s$	
	frühester		spätester		durchschnittl.		Röse (1909)		Hurme (1949)		\bar{x}	$\pm s$
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀		
Oberkiefer												
I ₁	6,96	6,62	8,10	7,67	7,45	7,15	7,67	7,42	7,47	7,20	7,40 ± 1,02	7,09 ± 0,97
I ₂	8,08	7,71	9,20	8,80	8,56	8,18	8,92	8,50	8,67	8,20	8,47 ± 0,95	8,04 ± 0,80
C	10,95	10,15	12,24	12,01	11,81	11,12	12,17	11,58	11,69	10,98	11,84 ± 1,30	11,20 ± 1,20
P ₁	9,72	9,59	11,33	10,52	10,43	10,06	10,42	10,08	10,40	10,03	10,58 ± 1,60	10,22 ± 1,46
P ₂	10,32	10,10	12,17	12,02	11,22	10,87	11,33	11,08	11,18	11,88	11,50 ± 1,48	11,14 ± 1,39
M ₁	6,11	5,94	7,37	7,35	6,58	6,38	6,58	6,50	6,40	6,22	6,18 ¹	6,15 ¹
M ₂	11,73	11,50	13,10	12,75	12,52	12,17	12,75	12,42	12,68	12,27	12,40 ± 1,24	12,09 ± 1,22
M ₃												
Unterkiefer												
I ₁	6,21	5,77	7,33	7,00	6,64	6,34	6,83	6,58	6,54	6,26	6,29 ¹	6,16 ¹
I ₂	7,28	7,00	8,50	8,05	7,69	7,39	7,92	7,58	7,70	7,34	7,78 ± 0,98	7,50 ± 0,91
C	10,42	9,31	11,41	10,67	10,80	9,81	11,17	10,25	10,79	9,86	11,10 ± 1,63	10,20 ± 1,25
P ₁	10,02	9,81	11,40	11,43	10,90	10,32	11,25	10,67	10,82	10,18	11,12 ± 1,31	10,55 ± 1,26
P ₂	10,53	9,81	12,32	11,63	11,61	11,06	12,00	11,58	11,47	10,89	11,85 ± 1,37	11,27 ± 1,39
M ₁	6,04	5,72	7,64	6,83	6,48	6,18	6,42	6,25	6,21	5,94	6,10 ¹	5,83 ¹
M ₂	11,30	11,03	12,52	12,21	11,98	11,61	12,25	11,92	12,12	11,66	11,78 ± 1,26	11,39 ± 1,29
M ₃												

\bar{x} = Mittelwert; s = Streuung; ¹ Angaben über Budapester Kinder

Es brechen als erste permanente Zähne die 1. Molaren durch. Mit ihnen erhält das Gebiss 4 feste Pfeiler, welche die Voraussetzung für den normal ablaufenden Zahnwechsel bilden. Die Durchbruchfolge gestaltet sich für den Ober- und Unterkiefer wie folgt:

OK	M 1, I 1, I 2, P 1, P 2, C, M 2
UK	M 1, I 1, I 2, C, P 1, P 2, M 2

Die Zeitspanne vom Beginn der Eruption bis zum Abschluss des Wurzelwachstums beträgt laut Schumacher und Schmidt (1990) für

- obere Schneidezähne 5 Jahre,
- untere Schneidezähne 4 Jahre,
- Eckzähne 6 Jahre,
- 1. Prämolaren 7 Jahre,
- 2. Prämolaren 6 Jahre,
- obere 1. Molaren 4 Jahre,
- untere 1. Molaren 3 Jahre und
- 2. Molaren 7 Jahre.

Die Streubreite der Eruptionstermine ist in der 1. Periode der 2. Dentition relativ klein; sie vergrößert sich in der 2. Periode merklich und erreicht in der 3. Periode ihr Maximum. Vergleicht man die Durchbruchzeiten oberer und unterer Zähne miteinander, so lässt sich generell sagen, dass die unteren Zähne, mit Ausnahme der Prämolaren, früher durchbrechen. Die Eruptionstermine unterliegen auch einem gewissen Geschlechtsdimorphismus. Gleiser und Hunt (1955), Adler (1967b), Schopf (1970) sowie Schumacher et al. (1990) stellten im Bezug auf den Zahndurchbruch fest, dass dieser bei Mädchen im Mittel um etwa einen Monat eher erfolgt als bei Jungen. Eine Ausnahme bildet der Weisheitszahn. Dieser bricht bei den Jungen etwa einen Monat eher durch als bei den Mädchen.

3.5 Altersschätzung anhand der Zahnentwicklung

Dass für die Altersschätzung von Subadulten von allen Methoden die Zahnentwicklung, und hier besonders die Mineralisation, das genaueste und damit wichtigste Altersmerkmal darstellt, wird in der Literatur mit großer Mehrheit bestätigt (Garn et al. 1959, Lewis und Garn 1960, Moorrees et al. 1963, Ferembach et al. 1979, Smith 1991, Mesotten et al. 2002). Sie ist im wesentlichen genetisch determiniert (Glasstone 1965) und reagiert nur wenig auf Umwelteinflüsse (Pfau und Sciulli 1993, Bernhard und Glöckler 1995). Garn et al. (1959) sprechen in diesem Zusammenhang von der „genetischen Determiniertheit“ und sehen 90 % der Variabilität der Dentitionen genetisch bedingt. Die restlichen 10 % führen sie auf Ernährungsfaktoren zurück. Nystrom et al. (2000) bestätigen dies in ihrer Arbeit und ergänzen, dass die Zahnentwicklung weniger empfindlich gegen Unterernährung und hormonelle Störungen ist als die skelettale Entwicklung.

Jeder Lebensphase eines Menschen entspricht ein bestimmter Entwicklungsstand der Zähne, das so genannte Zahnalter.

Für die Altersschätzung im Säuglings- und im Kleinkindalter sind die Ausbildung der Milchzahnkronen und deren Durchbruchreihenfolge von Interesse. Der Durchbruch der Milchzähne spielt demnach im Alter von etwa 6 Monaten bis 3 Jahren und der bleibenden Zähne zwischen dem 6. und 13. Lebensjahr bei der Altersschätzung eines Individuums eine wichtige Rolle. Nach Abschluss der Entwicklung der zweiten Molaren kann lediglich der Entwicklungsstand der Weisheitszähne für eine Altersschätzung verwendet werden. Die Mineralisation der bleibenden Zähne kann sowohl bei Säuglingen und Kindern als auch bei jungen Erwachsenen zur Bestimmung des Alters herangezogen werden. Grundlage ist der Vergleich des röntgenologisch sichtbaren Entwicklungsstandes mit Referenzskalen.

Hägg und Matsson (1985) sowie Röttscher (2000) weisen darauf hin, dass eine Altersschätzung, die ausschließlich aufgrund der Anzahl der durchgebrochenen Zähne beruht, weniger präzise ist, da der Zeitpunkt der Zahneruption vor allem in der zweiten Dentition zu variabel ist. Im Gegensatz zur Zahnmineralisation sehen die Autoren im Zahndurchbruch einen Prozess, welcher von exogenen Faktoren, wie frühem Milchzahnverlust, persistierenden Milchzähnen, Infektionen oder auch den vorherrschenden Platzverhältnissen stärker beeinflusst werden kann.

Weiterhin gilt, dass je jünger die zu untersuchenden Kinder, desto zuverlässiger ist die Altersschätzung anhand der Zahnentwicklung (Ferembach et al. 1979). Haavikko (1970) gibt in diesem Zusammenhang eine Genauigkeit der Zahnaltersschätzung von durchschnittlich $\pm 2,3$ Jahre zwischen dem 10. und 90. Perzentil an. Demirjian et al. 1973 fassen die Grenzen etwas weiter und geben Differenzen bis zu 3 Jahren zum tatsächlichen Alter zwischen dem 3. und 97. Perzentil an.

Methoden zur Altersschätzung anhand der Zahnentwicklung

Ziel dieses Abschnittes ist es, einen kurzen und prägnanten Überblick über ausgewählte Methoden zur Altersschätzung anhand der Zahnentwicklung zu geben. Hierbei wird lediglich auf Methoden, die sich mit dem Zahndurchbruch und der Zahnmineralisation befassen und somit für die Altersschätzung von Kindern und Jugendlichen verwendet werden können, Bezug genommen. Dabei unterscheidet sich jede der beschriebenen Methoden durch die Verwendung unterschiedlicher Definitionen der Zahnentwicklung (Einteilung der Stadien der Zahnentwicklung). Da es ein Ziel ist, die Methoden in einem späteren Arbeitsschritt untereinander zu vergleichen, erfolgt die Darstellung nach dem von Seeber (2006) eingeführten System. Demnach sind für jede Methode folgende Parameter Grundlage eines möglichen Vergleichs:

- Population, Anzahl, Altersspanne sowie Geschlechtsrelation der untersuchten Individuen
- Methode (In wie viele und in welche Entwicklungsstufen wird die Zahnentwicklung unterschieden?)
- Geräte/ Materialien (Wie viele Röntgenbilder sind nötig?)
- Vorgehensweise (Wie viele bzw. welche Zähne werden untersucht? Wie wird in Grenzfällen entschieden? Wie wird das Alter ermittelt?)

Als erstes wird die Methode von Ubelaker (1978) vorgestellt, da sie aufgrund der Empfehlung von Ferembach et al. (1979) für die Altersschätzung von subadulten Skeletten die allgemein übliche ist. Anschließend werden die ausgewählten Methoden von Gleiser und Hunt 1955, Nolla 1960, Moorrees et al. 1963, Haavikko 1970, Schopf 1970, Liliequist und Lundberg 1971, Gat 1972, Haavikko 1973 a/b, Demirjian et al. 1973, Loitz 1992, Kullmann et al. 1992 und Nystrom et al. 2000 in chronologischer Abfolge aufgeführt.

Ubelaker (1978)

Ziel der Untersuchung von Ubelaker (1978) war es, anhand einer Datenanalyse von 17 Veröffentlichungen eine Zahnentwicklungstabelle zu entwickeln, welche für die Altersschätzung von subadulten Skeletten verwendet werden kann.

Population:	Mischpopulation , Material stammt aus Analyse von 17 Veröffentlichungen (lebende Individuen) von 1942 bis 1976.
Anzahl:	mehrere tausend Individuen
Altersspanne:	5 Monate in utero bis 35 Jahre
Geschlechterrelation:	Frauen und Männer wurden nicht getrennt, da eine Unterscheidung im kindlichen und jugendlichen Gebiss am Skelett kaum möglich ist.
Methode:	Schematische Darstellung des Entwicklungsstandes aller Zähne einer Gebisshälfte eines Individuums - in 21 Altersstufen (vgl. Abb. 8). Er modifizierte die Darstellung von Schour und Massler (1941).
Geräte/Materialien:	Für die Durchbruchszeiten der bleibenden Zähne wurden Studien von amerikanischen Indianern verwendet. Basierend auf Untersuchungen von nordamerikanischen Weißen , wurden die Durchbruchszeiten sowie die Mineralisationszeiten der Milchzähne dargestellt. Die Mineralisationszeiten der bleibenden Zähne wurden ebenfalls aus diesem Probandengut abgeleitet.
Vorgehensweise:	Das Zahnalter kann sowohl anhand des Zahndurchbruchs als auch anhand der Zahnmineralisation ermittelt werden. Es wurden für jedes Stadium Altersspannen gegeben, die der jeweils größten in der Literatur beschriebenen Abweichung entsprachen. Der Zahndurchbruch wurde aufgrund des Materials als das erste Sichtbarwerden des Zahnes mit einer Höckerspitze durch die Schleimhaut definiert. Der Eckzahn zeigte die größten Schwankungen und sollte daher wenn möglich nicht in die Altersschätzung einbezogen werden.

Gleiser und Hunt (1955)

Population:	Weißer Nordamerikaner
Anzahl:	50 Individuen
Altersspanne:	Geburt bis 10. Lebensjahr
Geschlechterrelation:	25 Mädchen, 25 Jungen
Methode:	15 Mineralisationsstadien wurden festgelegt
Geräte/Materialien:	Seitliche Kieferaufnahmen der rechten Gesichtshälfte im Intervall von 3 Monaten vom Zeitpunkt der Geburt bis zu 18 Monaten und in Intervallen von 6 Monaten ab dem 18. Lebensmonat bis zum 10. Lebensjahr.
Vorgehensweise:	Untersucht wurde der rechte bleibende erste Molar. Die Stadien der Kronenentwicklung wurden in Bezug zum mesiodistalen Durchmesser ausgewählt, die der Wurzelentwicklung in Bezug auf die okklusale-apikale Höhe der Krone.

Tabelle 4 zeigt die Einteilung der Zahnentwicklung nach Gleiser und Hunt (1955).

Tab.4: Stadien der Zahnentwicklung nach Gleiser und Hunt (1955)

Stadium	Erläuterung
1	Keine Anzeichen von Kalzifikation
2	Initiale Kalzifikationszentren sichtbar
3	Zusammenschluss von mindestens 2 Kalzifikationszentren
4	Umriss der Höckerspitzen vollständig
5	Hälfte der Krone gebildet
6	2/3 der Krone gebildet
7	Krone vollständig gebildet
8	minimale Wurzelbildung
9	1/4 der Wurzel gebildet
10	1/3 der Wurzel gebildet
11	1/2 der Wurzel gebildet
12	2/3 der Wurzel gebildet
13	3/4 der Wurzel gebildet
14	Wurzelkanal am Ende divergent
15	Wurzelkanal am Ende konvergent

Nolla 1960

Population:	Nordamerikaner / Michigan
Anzahl:	50 Individuen
Altersspanne:	2 bis 23,3 Jahre bei den Mädchen; 3,4 bis 23 Jahre bei den Jungen
Geschlechterrelation:	25 Mädchen und 25 Jungen
Methode:	10 Mineralisationsstadien
Geräte/Materialien:	Röntgenbilder
Vorgehensweise:	Es können alle bleibenden Zähne des OK, sowie des UK bewertet werden. Jedes der Entwicklungsstadien erhält einen bestimmten Punktwert. Nach Addition der entsprechenden Punktwerte kann das Zahnalter aus einer Tabelle abgelesen werden. Liegt ein Zahn mit seiner Mineralisation zwischen zwei Stadien wird diesem ein halber Wert zugewiesen.

Tabelle 5 zeigt die Einteilung der Zahnentwicklungsstufen nach Nolla (1960).

Tab.5: Stadien der Zahnentwicklung nach Nolla (1960)

Stadium	Erläuterung
0	noch keine Keimhöhle sichtbar
1	Keimhöhle sichtbar
2	initiale Kalzifikation
3	Krone zu 1/3 vollständig
4	Krone zu 2/3 vollständig
5	Krone nahezu vollständig
6	Krone vollständig
7	Wurzel zu 1/3 gebildet
8	Wurzel zu 2/3 gebildet
9	Wurzel nahezu vollständig gebildet, Apex offen
10	Wurzelspitze geschlossen

Moorrees et al. (1963)

Population:	Nordamerikaner
Anzahl:	345 Individuen aus dem Mittelstand
Altersspanne:	keine Angabe
Geschlechterrelation:	161 Mädchen, 184 Jungen
Methode:	14 Mineralisationsstadien pro Zahn
Geräte/Materialien:	Serienröntgenaufnahmen (laterale Schädelaufnahmen)
Vorgehensweise:	Beurteilt wird jeder einzelne bleibende Zahn im UK sowie der erste und zweite bleibende OK Frontzahn. Dabei ist anzumerken, dass das Entwicklungsstadium 8 (initiale Bildung der Bifurkation) für einwurzlige Zähne, also obere und untere Schneidezähne sowie untere Eckzähne und Prämolaren, nicht existiert. Die Zahnentwicklung wird bei diesen Zähnen also nur in 13 Stadien unterteilt. Bei allen Zähnen wurde für jedes Stadium der zugehörige Altersmittelwert mit einfacher und doppelter Standardabweichung in einer Graphik angegeben.

Tabelle 6 zeigt die Zahnentwicklungsstadien nach Moorrees et al. (1963).

Tab.6: Stadien der Zahnentwicklung nach Moorrees et al.(1963)

Stadium	Erläuterung
1	Initiale Kalzifikation
2	Zusammenschluss der Höckerspitzen
3	Höckerumriss vollständig
4	Krone zu $\frac{1}{2}$ gebildet
5	Krone zu $\frac{3}{4}$ gebildet
6	Krone vollständig gebildet
7	Initiale Wurzelbildung
8	Initiale Bildung der Bifurkation
9	Wurzellänge $\frac{1}{4}$
10	Wurzellänge $\frac{1}{2}$
11	Wurzellänge $\frac{3}{4}$
12	Wurzellänge komplett
13	Apex $\frac{1}{2}$ geschlossen
14	Apex komplett geschlossen

Haavikko (1970)

Population:	finnische Kinder (Helsinki)
Anzahl:	1162 Individuen
Altersspanne:	2 bis 21 Jahre
Geschlechterrelation:	547 Mädchen, 615 Jungen
Methode:	12 Mineralisationsstadien pro Zahn
Geräte/Materialien:	Orthopantomogramme (Panoramaschichtaufnahme)
Vorgehensweise:	Für jeden Zahn wird ein Alterswert bestimmt. Die Werte werden addiert, die gebildete Summe durch die Anzahl der beurteilten Zähne geteilt und so das Lebensalter geschätzt.

Tabelle 7 zeigt die Stadien der Zahnentwicklung nach Haavikko (1970).

Tab.7: Mineralisationsstadien nach Haavikko (1970)

Stadium	Erläuterung
1	Keimhöhle, keine Kalzifikation
2	initiale Kalzifikation
3	Zusammenschluss der Höckerspitzen
4	Krone zu $\frac{1}{2}$ gebildet
5	Krone zu $\frac{3}{4}$ gebildet
6	Krone komplett gebildet
7	initiale Wurzelbildung
8	Wurzellänge $\frac{1}{4}$
9	Wurzellänge $\frac{1}{2}$
10	Wurzellänge $\frac{3}{4}$
11	Wurzellänge komplett
12	Apex geschlossen

Schopf (1970)

Population:	deutsche Kinder/ Raum Mainz
Anzahl:	350 Individuen
Altersspanne:	6 bis 13 Jahre
Geschlechterrelation:	175 Mädchen, 175 Jungen
Methode:	10 Mineralisationsstadien nach Moorrees et al. 1963 modifiziert
Geräte/Materialien:	Als Röntgenaufnahmen wurden bis zu 2 schräg-laterale extraorale und vier intraorale Filme pro Individuum angefertigt, drei im Oberkiefer und einer im Unterkiefer.
Vorgehensweise:	Es werden die Mineralisationsfortschritte der oberen und unteren Eckzähne, Prämolaren sowie der zweiten Molaren analysiert. Weiterhin ermittelt Schopf 1970 Normwerte für 10 Stufen der vertikalen Position der Zahnkeime im Alveolarknochen in Relation zur Okklusionsebene. Die Berechnung des dentalen Alters erfolgt durch Mittelwertbildung aus mindestens vier Paaren von Mineralisations- und Positionswerten. Zähne mit Verdacht auf lokale Behinderungen blieben unberücksichtigt. Die Methode eignet sich nach Angaben des Autors nur für das Alter von 8 bis 11 Jahren.

Tabelle 8 zeigt die Stadien der Zahnmineralisation nach Schopf (1970) modifiziert nach Moorrees et al. (1963).

Tab.8: Mineralisationsstadien nach Schopf (1970)

Stadium	Erläuterung
1	Krone zur Hälfte mineralisiert
2	Krone $\frac{3}{4}$ mineralisiert
3	Krone voll mineralisiert
4	Beginn der Wurzelbildung
5	$\frac{1}{4}$ der Wurzel gebildet
6	$\frac{1}{2}$ der Wurzel gebildet
7	$\frac{3}{4}$ der Wurzel gebildet
8	volle Wurzellänge
9	Apex zur Hälfte geschlossen
10	Apex komplett geschlossen

Liliequist und Lundberg (1971)

Population:	schwedische Kinder
Anzahl:	287 Individuen, Querschnitt durch alle sozialen Schichten einer Stadt.
Altersspanne:	2 bis 13 Jahre
Geschlechterrelation:	139 Mädchen, 148 Jungen
Methode:	8 Mineralisationsstadien pro Zahn
Geräte/Materialien:	Als Röntgenaufnahmen wurden bis zu 2 schräg-laterale extraorale und vier intraorale Filme pro Individuum angefertigt, drei im Oberkiefer und einer im Unterkiefer.
Vorgehensweise:	Jedes Stadium erhält einen Skalenwert. Die Werte werden addiert und mittels Tabelle einem Alter zugeordnet. Es wurden die Zähne 13 bis 23 und 37 bis 47 untersucht (vgl. Abb.3). Die komplizierte Wurzelanatomie der Prämolaren und Molaren im Oberkiefer machte die Einschätzung unsicher, so dass deren Untersuchung entfiel.

Tabelle 9 zeigt die Stadien der Zahnentwicklung nach Liliequist und Lundberg (1971).

Tab.9: Stadien der Zahnentwicklung nach Liliequist und Lundberg (1971)

Stadium	Erläuterung
0	keine kalzifizierte Krone
0,5	die Hälfte der Krone ist kalzifiziert
1	die Krone ist vollständig kalzifiziert, keine oder nur zarte Wurzelbildung
2	komplett sichtbare Wurzel, aber kürzer als die Krone
3	Länge der Wurzel in etwa Länge der Krone
4	Wurzel länger als die Krone, Wurzelende spitz
5	Wurzel länger als die Krone, Wurzelende abgerundet
6	Wurzelentwicklung abgeschlossen

Gat (1972)

Population:	norwegische Kinder/ Raum Bergen
Anzahl:	933 Individuen
Altersspanne:	4,5 bis 13,5 Jahre
Geschlechterrelation:	438 Mädchen, 495 Jungen
Methode:	5 Mineralisationsstadien
Geräte/Materialien:	Orthopantomogrammen
Vorgehensweise:	Der Mineralisationsstand der bleibenden Zähne wird beurteilt. Jede Figur kennzeichnet das Ende eines Stadiums! Die Untersuchung erfolgte getrennt für beide Geschlechter sowie für Ober- und Unterkiefer.

Tabelle 10 zeigt die Stadien der Zahnmineralisation nach Gat (1972).

Tab.10: Mineralisationsstadien nach Gat (1972)

Stadium	Erläuterung
0	Follikel bzw. keine Zeichen der Verkalkung
1	Krone zu ½ mineralisiert
2	Krone voll mineralisiert
3	Wurzel zu ½ ausgebildet
4	volle Wurzellänge, offener Apex
5	Zahn voll ausgebildet, Apex geschlossen

Haavikko (1973a,b)

Population:	finnische Kinder (Helsinki)
Anzahl:	885 Individuen
Altersspanne:	2 bis 13 Jahre
Geschlechterrelation:	436 Mädchen, 449 Jungen
Methode:	10 Mineralisationsstadien pro Zahn, nach Haavikko 1970 modifiziert
Geräte/Materialien:	Orthopantomogramme
Vorgehensweise:	Für jeden Zahn wird ein Alterswert bestimmt. Die Werte werden addiert, die gebildete Summe durch die Anzahl der beurteilten Zähne geteilt und so das Lebensalter geschätzt. Weiterhin wurde das Resorptionsstadium eines jeden Milchzahnes von jedem der Probanden festgelegt.

Tabelle 11 zeigt die Stadien der Zahnentwicklung der Milchzahnwurzelresorption nach Haavikko (1973a/b).

Tab.11: Stadien der Zahnentwicklung und der Milchzahnwurzelresorption nach Haavikko (1973a/b)

Zahnentwicklung		Milchzahnwurzelresorption	
Stadium	Erläuterung	Stadium	Erläuterung
1	initiale Kalzifikation der Zahnkrone	1	initiale Wurzelresorption
2	Krone zu $\frac{1}{2}$ gebildet	2	$\frac{1}{4}$ der Wurzel resorbiert
3	Krone zu $\frac{3}{4}$ gebildet	3	$\frac{1}{2}$ der Wurzel resorbiert
4	Krone vollständig gebildet	4	$\frac{3}{4}$ der Wurzel resorbiert
5	initiale Wurzelbildung	5	Wurzel vollständig resorbiert
6	Wurzellänge $\frac{1}{4}$		
7	Wurzellänge $\frac{1}{2}$		
8	Wurzellänge $\frac{3}{4}$		
9	vollständige Wurzellänge		
10	Apex geschlossen		

Demirjian et al. (1973)

Population:	Francokanadier
Anzahl:	2928 Individuen
Altersspanne:	2 bis 20 Jahre
Geschlechterrelation:	1482 Mädchen, 1446 Jungen
Methode:	8 Mineralisationsstadien pro Zahn
Geräte/Materialien:	Orthopantomogramme
Vorgehensweise:	Beurteilt werden die bleibenden Zähne von I1 bis M2 im 3. Quadranten. Es sind keine Absolutmessungen vorzunehmen. Die relative Länge der Krone zur Wurzel wird verglichen.

Tabelle 12 zeigt die Stadien der Zahnentwicklung nach Demirjian et al. (1973).

Tab.12: Stadien der Zahnentwicklung nach Demirjian et al. (1973)

Stadium		Erläuterung
0		Keine Anzeichen von Kalzifikation
A		Beginn der Verkalkung im oberen Bereich der Keimhöhle in Form eines oder mehrerer umgekehrter Kegel. Verkalkungspunkte sind nicht verschmolzen
B		Durch die Verschmelzung der Verkalkungspunkte bilden sich ein oder mehrere Höcker, die zusammen eine regelmäßig umrissene Okklusalfäche ergeben
C	a	Schmelzbildung an der Okklusalfäche abgeschlossen, die Ausdehnung und Konvergenz in Richtung Zahnhals ist sichtbar
	b	Beginnende Dentinablagerung sichtbar
	c	Pulpakammer am okklusalen Rand gekrümmt
D	a	Krone bis zur Schmelz-Zement-Grenze gebildet
	b	<u>Einwurzelige Zähne:</u> Obergrenze der Pulpakammer zeigt eine eindeutig gekrümmte Form, → konkav in Richtung Zahnhalsregion verlaufend; die Ausbuchtung der Pulpahörner ergibt den Umriss einer Schirmspitze. <u>Molaren:</u> Pulpakammer hat eine trapezförmige Form.
	c	die initiale Wurzelbildung zeigt sich in Form einer Spitze
E	a	<u>Einwurzelige Zähne:</u> Wände der Pulpakammer verlaufen gerade, wobei die Kontinuität durch das Pulpahorn unterbrochen wird <u>Molaren:</u> erste Anzeichen der Bildung der Wurzelbifurkation in Form eines verkalkten Punktes oder eines Halbmondes
	b	<u>Einwurzelige Zähne:</u> Wurzellänge geringer als die Höhe der Krone <u>Molaren:</u> Wurzellänge noch geringer als Kronenhöhe
F	a	<u>Einwurzelige Zähne:</u> Wände der Pulpakammer bilden ein gleichschenkliges Dreieck, der Scheitelpunkt zeigt Trichterform <u>Molaren:</u> der verkalkte Bereich der Bifurkation hat sich vom Halbmondstadium weiter nach unten entwickelt, so dass die Wurzeln deutlichere Umrisse mit trichterförmigen Enden erhalten
	b	<u>Einwurzelige Zähne:</u> Wurzellänge gleich oder größer als die Höhe der Krone. <u>Molaren:</u> Wurzellänge gleich oder größer als Höhe der Krone.
G	a	Wurzelkanalwände verlaufen nun parallel, apikales Ende ist immer noch teilweise geöffnet (distale Wurzel bei Molaren).
H	a	Apikales Ende des Wurzelkanals ist völlig geschlossen (distale Wurzel bei Molaren).
	b	Gleichmäßig breiter Parodontalspalt um Wurzel und Apex.

Loitz (1992)

Population:	finnische Kinder/ Helsinki
Anzahl:	938 Individuen
Altersspanne:	15 bis 25 Jahre
Geschlechterrelation:	462 Mädchen, 476 Jungen
Methode:	10 Mineralisationsstadien modifiziert nach Gleiser und Hunt (1955)
Geräte/Materialien:	Panoramavergrößerungs- und Panoramaschichtaufnahmen
Vorgehensweise:	Nur die Weisheitszähne werden beurteilt.

Tabelle 13 zeigt die Einteilung der Entwicklungsstufen der Weisheitszähne nach Loitz (1992) modifiziert nach Gleiser und Hunt (1955).

Tab.13: Entwicklungsstadien der Weisheitszähne nach Loitz (1992)

Stadium	Erläuterung
1	Krone zur Hälfte verkalkt
2	Krone zu $\frac{3}{4}$ verkalkt
3	Krone vollständig verkalkt
4	beginnende Wurzelbildung
5	Wurzel zu $\frac{1}{4}$ verkalkt
6	Wurzel zur Hälfte verkalkt
7	Wurzel zu $\frac{3}{4}$ verkalkt
8	etwa volle Wurzellänge, divergierender Wurzelkanal
9	volle Wurzellänge, paralleler Wurzelkanal
10	volle Wurzellänge, konvergierender Wurzelkanal

Kullman et al. (1992)

Population:	Schweden
Anzahl:	677 Individuen
Altersspanne:	15 bis 25 Jahre
Geschlechterrelation:	354 Mädchen, 323 Jungen
Methode:	7 Mineralisationsstadien modifiziert nach Gleiser und Hunt (1955)
Geräte/Materialien:	Panoramavergrößerungs- und Panoramaschichtaufnahmen
Vorgehensweise:	Nur die Weisheitszähne werden beurteilt.

Tabelle 14 zeigt die Stadien der Zahnentwicklung nach Kullman et al. (1992).

Tab.14: Entwicklungsstadien der Weisheitszähne nach Kullman et al. (1992)

Stadium	Erläuterung
1	Krone vollständig kalzifiziert
2	Wurzel ist zu $\frac{1}{4}$ gebildet
3	Wurzel ist zur Hälfte gebildet
4	Wurzel ist zu $\frac{3}{4}$ gebildet
5	Vollständige Wurzellänge
6	Initialer Apexschluss
7	Apex komplett geschlossen

Nystrom et al. (2000)

Population:	finnische Kinder/ Helsinki
Anzahl:	129 Individuen
Altersspanne:	Longitudinalstudie von Geburt bis ?
Geschlechterrelation:	63 Mädchen, 66 Jungen
Methode:	Der Milchzahndurchbruch wird beurteilt.
Geräte/Materialien:	Orthopantomogramme (Panoramaschichtaufnahmen)
Vorgehensweise:	Die Anzahl der durchgebrochenen Milchzähne wird gezählt. Mit der ermittelten Summe kann aus einer Tabelle das entsprechende Alter des Kindes abgelesen werden.

Tabelle 15 fasst die aufgeführten Methoden sowie deren Anwendbarkeit in den Gebissklassen noch einmal im Überblick zusammen.

Tab.15: Überblick über die untersuchten Populationen der ausgewählten Autoren

Autor	Material		Population	Methode	anwendbar im...		
	Individuen ♂	♀			MG	WG	DG
Gleiser & Hunt (1955)	25	25	Boston (USA)	Beurteilt werden die 1. bleibenden Molaren im UK.	x	x	-
Nolla (1960)	25	25	Michigan (USA)	Es können alle bleibenden Zähne des OK, sowie des UK bewertet werden.	-	x	x
Moorrees et al. (1963)	184	161	Nordamerika	Beurteilt wird jeder einzelne bleibende Zahn im UK sowie der erste und zweite bleibende OK Frontzahn.	x	x	x
Haavikko (1970)	615	547	Helsinki	Beurteilt werden die Mineralisationsstufen der bleibenden oberen Zähne	x	x	x
Schopf (1970) Moorrees et al. (1963) modifiziert	175	175	Mainz	Beurteilt werden die Mineralisationsstufen der bleibenden oberen und unteren Eckzähne, Prämolaren und 2. Molaren.	-	x	x
Liliequist & Lundberg (1971)	148	139	Schweden	Beurteilt werden die bleibenden OK Zähne von 13 nach 23, sowie die bleibenden UK Zähne von 37 nach 47.	-	x	x
Gat (1972)	495	438	Norwegen (Bergen)	Beurteilt werden die bleibenden Zähne OK und UK. Die Weisheitszähne werden nicht berücksichtigt.	-	x	-
Haavikko (1973a/b)	449	436	Helsinki	Beurteilt wird das Resorptionsstadium der Milchzähne sowie das Entwicklungsstadium der bleibenden Nachfolger.	x	x	-
Demirjian et al. (1973)	1446	1482	Franco-Kanadier	Beurteilt werden die bleibenden Zähne von 1-7 des linken UK.	x	x	x
Loitz (1992) Gleiser & Hunt (1955) modifiziert	476	462	Hamburg	Beurteilt werden die 3. Molaren des UK, als auch die des OK.	-	-	x
Kullman et al. (1992) Gleiser & Hunt (1955) modifiziert	323	354	Schweden	Beurteilt werden die 3. Molaren des UK.	-	-	x
Nystrom et al. (2000)	66	63	Helsinki	Zählt die Anzahl der durchgebrochenen Milchzähne	x	-	-

4 Material und Methode

4.1 Material

Grundlage der vorliegenden Arbeit ist das Skelettmaterial des mittelalterlichen Gräberfeldes aus Briesnitz bei Dresden (Sachsen). Für die Untersuchung stehen Schädel und Kiefer in vollständiger oder fragmentierter Form von 142 infantilen, juvenilen sowie frühadulten Individuen zur Verfügung.

Es werden alle Skelettindividuen in die Materialaufnahme einbezogen, bei denen zumindest ein Zahn bzw. Zahnfragment vorhanden ist. Dabei spielt es keine Rolle, ob Zähne in Verbindung mit Ober- bzw. Unterkieferknochen oder nur ein einzelner Zahn vorhanden sind.

Einteilung des Materials nach Erhaltungszustand und Altersgruppen

Das vorhandene Material wird hinsichtlich seines Erhaltungszustandes, wie in Tabelle 16 ersichtlich, in 8 Klassen von A bis H eingeteilt:

Tab.16: Einteilung des Materials in Erhaltungszustandsklassen von A bis H

Erhaltungszustandsklasse	Erläuterung
A : komplette Gebisse	
B : komplettierte Halbgebisse	Zahnlücken durch antimere Zähne vervollständigt
C : komplette Unterkiefer	
D : komplettierte halbe Unterkiefer	Zahnlücken durch antimere Zähne vervollständigt
E : komplette Oberkiefer	
F : komplettierte halbe Oberkiefer	Zahnlücken durch antimere Zähne vervollständigt
G : unvollständige Gebisse	nicht durch antimere Zähne komplettierbare Halbgebisse bzw. halbe Ober- oder halbe Unterkiefer
H : Einzelzahnindividuen	Individuen bei denen nur isolierte Zähne vorhanden sind

Als komplett wird ein Gebiss bzw. ein Kiefer dann bezeichnet, wenn alle Zähne entsprechend den zeichnerisch dargestellten Altersstufen nach dem Schema von Ubelaker (1978) vorhanden sind. Aplastische und intra vitam verlorene Zähne werden an dieser Stelle wie vorhandene Zähne gewertet.

Wegen der relativ einheitlichen Entwicklung der antimeren Zähne (Antimeren = bilateral symmetrische Zähne, die sich in einem Kiefer getrennt durch die Median-Sagittal-Ebene gegenüberliegen; Bsp.: 16/26, 33/43) eines Kiefers, kann z.B. bei Abwesenheit von Zahn 13 stellvertretend Zahn 23 für die Beurteilung verwendet werden. Aufgrund dieser Gegebenheit können weitere Halbgebisse sowie halbe Ober- und halbe Unterkiefer unter Einbeziehung der jeweiligen Antimeren komplettiert werden. Schließlich bleiben noch die unvollständigen Gebisse und Individuen, bei denen nur isolierte Zähne (Einzelzähne) vorhanden sind (Einzelzahnindividuen) übrig. Die Abbildung 7 zeigt die Verteilung aller 142 Individuen in den genannten Erhaltungszustands-klassen A bis H (vgl. Tab.16).

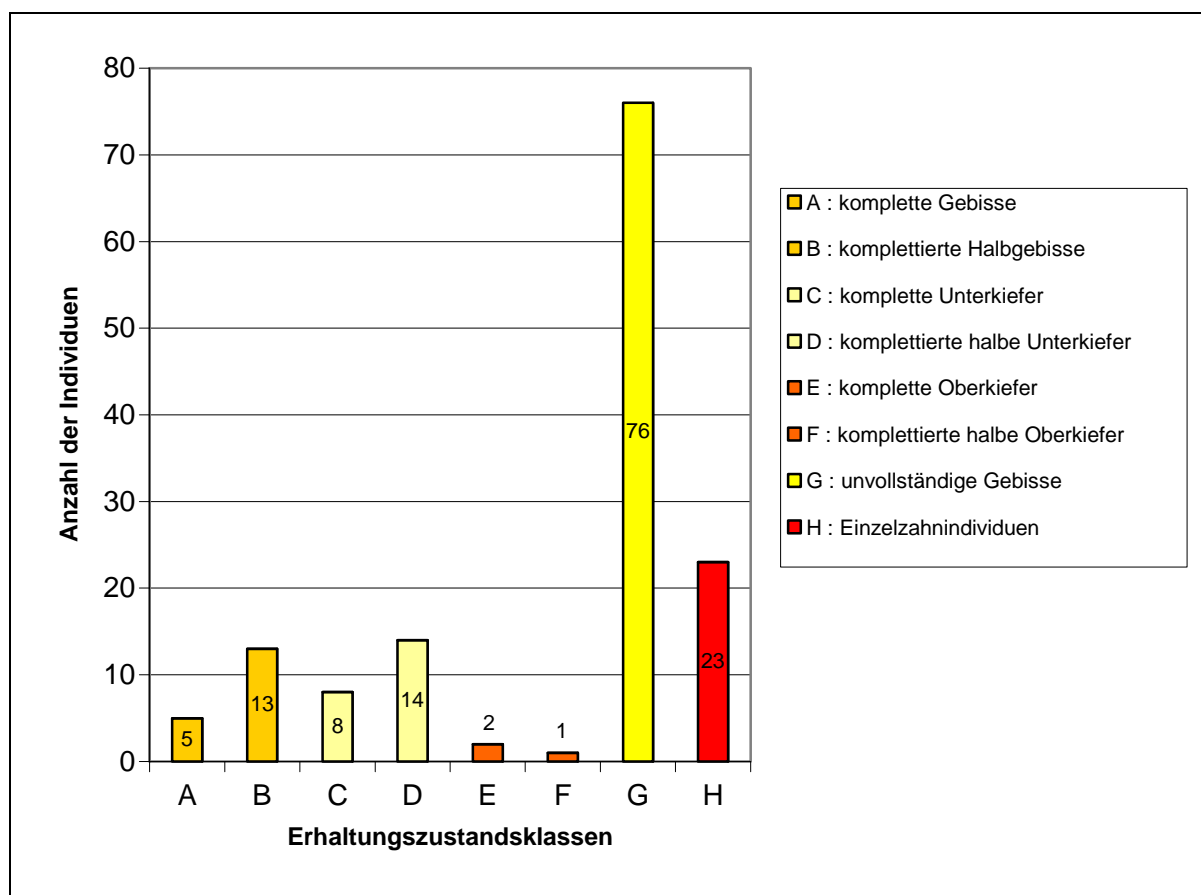


Abb.7: Anzahl der 142 Individuen nach Erhaltungszustandsklassen (vgl. Tab.16)

Da eine exakte Geschlechtsbestimmung, mit Ausnahme der juvenil bis frühadulten Altersgruppe, an subadultem Skelettmaterial weder morphologisch noch morphometrisch hinreichend genau möglich ist, wird in der vorliegenden Arbeit auf eine Geschlechtsdifferenzierung der Gebissindividuen in männlich oder weiblich verzichtet.

Für weitere Berechnungen werden die 142 Individuen anhand der Gebisse in Anlehnung an Szilvassy (1988), Herrmann (1994) sowie Grupe et al. (2005) in die folgenden Altersgruppen eingeteilt (Tab.17).

Tab.17: Einteilung der Altersgruppen der subadulten Individuen

Altersgruppe	Abkürzung	Altersspanne
Infans. 1	Inf. 1	0 – 6 Jahre
Infans. 2	Inf. 2	7 – 12 Jahre
Juvenil - Fröhadult	Juv - Fad	13 – 29 Jahre

Tabelle 18 gibt einen Überblick über den Erhaltungszustand der Gebisse in den oben genannten Altersgruppen. Die Einteilung in den Erhaltungszustandsklassen A bis H (vgl. Tab.16) wird dabei beibehalten.

Tab.18: Anzahl der 142 Individuen nach den in Tabelle 16 beschriebenen Erhaltungszustandsklassen in den einzelnen Altersgruppen

Alters- gruppe	Anzahl der Individuen in den Erhaltungszustandsklassen							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Inf. 1	0	7	0	1	3	5	34	5
Inf. 2	1	0	0	0	1	2	12	12
Juv.- Fad.	4	6	2	0	4	7	30	6
gesamt	5	13	2	1	8	14	76	23

A: komplette Gebisse **B:** komplettierte Halbgebisse **C:** komplette Unterkiefer **D:** komplettierte halbe Unterkiefer
D: komplette Oberkiefer **F:** komplettierte halbe Oberkiefer **G:** unvollständige Gebisse **H:** Einzelzahnindividuen

Von den 142 Individuen liegen insgesamt 1923 Zähne vor, welche sich in 418 Milchzähne und 1505 Dauerzähne unterteilen lassen.

4.2 Methode

Die anhand des Zahndurchbruches sowie der Zahnmineralisation vorgenommene Altersschätzung der 142 untersuchten Individuen erfolgt nach der Empfehlung für die Alters- und Geschlechtsbestimmung von Ferembach et al. (1979), unter Verwendung der Tabelle von Ubelaker (1978), welche den Zahndurchbruch sowie die Zahnmineralisation altersabhängig darstellt (Abb. 8).

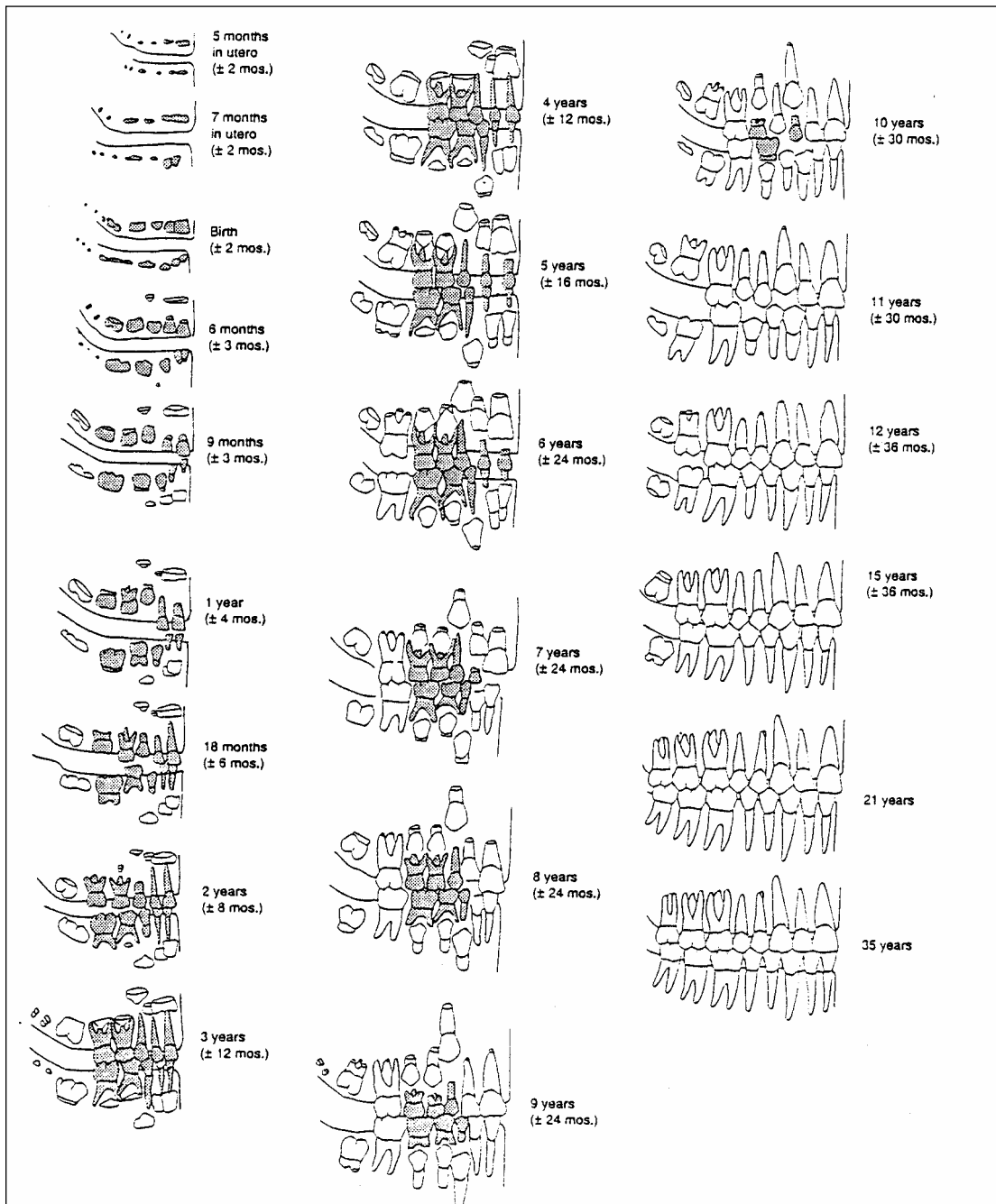


Abb.8: Zeichnerische Darstellung der Zahnentwicklung nach Ubelaker (1978)

Als Grundlage für die Altersschätzung erfolgt die Beurteilung folgender Parameter für jeden Zahn:

- allgemeiner Zustand der untersuchten Zähne	(siehe 4.2.1)
- Durchbruchstadien der Zähne	(siehe 4.2.2)
- Mineralisationsgrade der Zähne	(siehe 4.2.3)
- Resorptionsgrade der Milchzahnwurzeln	(siehe 4.2.3)

4.2.1 Allgemeine Materialcodierung

Die allgemeine Materialcodierung (Tab.19) beschreibt den allgemeinen Zustand eines Zahnes.

Tab.19: Zahlencodierung der allgemeinen Materialaufnahme

Code	Bedeutung	weitere Erläuterungen
1	Zahn nicht vorhanden	Keine Aussage zu diesem Zahn möglich.
2	Durchbruchstadium und Mineralisationsgrad beurteilbar	Mineralisationsgrad nur anhand des Röntgenbildes beurteilbar.
3	Nur das Durchbruchsstadium ist beurteilbar	Zahn ist auf Röntgenbild zu sehen, aber das Mineralisationsstadium seiner Wurzelanteile ist nicht eindeutig erkennbar.
4	Zahn erst bei Röntgenuntersuchung beurteilbar	Bei der Inspektion war dieser Zahn im Aufnahmeblatt noch als fehlend eingestuft worden; anhand des Röntgenbildes ist die Beurteilung des Zahndurchbruches- (in diesem Fall immer Stadium 1; vgl. Tab.20) und des Mineralisationsgrades möglich.
5	Durchbruchsstadium und Mineralisationsgrad sind bei Inspektion beurteilbar	In diesem Fall ist eine Röntgenaufnahme überflüssig.
6	Mineralisationsgrad bei Inspektion und auf Röntgenbild beurteilbar	Durchbruchsstadium konnte wegen Alveolarknochenabsprengungen nicht sicher beurteilt werden.
7	Zahn post mortem verloren	
8	Zahn intra vitam verloren	
9	Zahn aplastisch	
10	Zahn isoliert (Einzelzahn)	Mineralisationsgrad ist beurteilbar, Durchbruchsstadium nicht beurteilbar.

Fortsetzung Tab.19

Code	Bedeutung	weitere Erläuterungen
11	Zahn ist röntgenologisch sichtbar, aber nicht beurteilbar	Bei Inspektion wurde dieser Zahn noch als fehlend eingestuft; anhand des Röntgenbildes kann jedoch nur das Durchbruchsstadium beurteilt werden (in diesem Fall immer Stadium 1; vgl. Tab.20), nicht aber der Mineralisationsgrad des Zahnes.
12	Zahn isoliert; verwittert	Die Bestimmung des Mineralisationsgrades ist nicht möglich.
13	Zahn im Kiefer; verwittert	Durchbruchsstadium ist bestimmbar, der Mineralisationsgrad nicht.
14	Milchzahn persistierend	
15	Zahn retiniert	
16	Mineralisationsgrad bei Inspektion erkennbar; Zahn röntgenologisch nicht beurteilbar; Zahndurchbruch nicht beurteilbar;	Zahndurchbruch ist aufgrund von Absprengungen nicht beurteilbar.

4.2.2 Durchbruchsstadien

Ist der Durchbruchstand eines Zahnes beurteilbar, erfolgt eine Einteilung in 8 Stadien (Tab.20).

Methode:

- Die Festlegung der Stadien erfolgt in Anlehnung an Hellwig et al. (1995).
- Ein Zahn gilt als vollständig durchgebrochen, wenn bei intaktem mesialen und distalen Alveolarrand die Schmelzunterkante mehr als 1 mm über diesem liegt.
- Die gedachte Verbindungslinie zwischen mesialen und distalen Alveolarrand wird als Referenz für die Krone des durchbrechenden Zahnes benutzt.
- Als noch nicht im Durchbruch befindlich gilt ein Zahn immer dann, wenn er mit keinem Teil seiner Krone die gedachte Verbindungslinie zwischen mesialem und distalen Alveolarrand überschreitet.
- Liegt der Zahndurchbruch zwischen zwei Stadien, wird dem Zahn - mit Ausnahme des Durchbruchsstadiums 3.3 - das darauf folgende Stadium zugewiesen.

In dem Ergebnisteil werden die Zähne, denen ein Durchbruchsstadium zugewiesen kann, als „Durchbruchszähne“ bezeichnet.

Tab.20: Stadien des Zahndurchbruches in Anlehnung an Hellwig et al. (1995)

Stadium	Definition	Entwicklungsstand
1	Der Alveolarknochen ist nicht aufgelöst. Im Falle der Ersatzzähne ist der bleibende Zahn vom Milchzahnvorgänger verdeckt.	Zahnkeim
2	Okklusaler Knochen ist initial perforiert.	
3.1	Okklusaler Knochen ist perforiert. Perforation ist kleiner als der anatomische Äquator (siehe S. 43) des Zahnes.	
3.2	Okklusaler Knochen ist perforiert. Der Zahn erreicht den Alveolarkamm.	
3.3	Okklusaler Knochen ist perforiert. Perforation entspricht dem anatomischen Äquator der Zahnkrone. Dieser befindet sich nicht mehr in der Alveole.	Zahn im Durchbruch
4	Die Zahnkrone überragt mit einer Spitze die gedachte Verbindungslinie zwischen dem mesialen und distalen Rand des Alveolarknochens.	
5	Die Zahnkrone überragt zu $\frac{1}{4}$ die gedachte Verbindungslinie zwischen dem mesialen und distalen Rand des Alveolarknochens.	
6	Die Zahnkrone überragt zu $\frac{1}{2}$ die gedachte Verbindungslinie zwischen dem mesialen und distalen Rand des Alveolarknochens.	
7	Die gedachte Verbindungslinie zwischen dem mesialen und distalen Rand des Alveolarknochens liegt genau in Höhe der Schmelzunterkannte des Zahnes.	Vollständig durchgebrochener Zahn
8	Die gedachte Verbindungslinie zwischen dem mesialen und distalen Rand des Alveolarknochens liegt mehr als 1 mm unterhalb der Schmelzunterkannte des Zahnes.	

4.2.3 Mineralisations- und Milchzahnresorptionsstadien


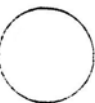









Die Stadienfestlegung erfolgte in Anlehnung an Gleiser und Hunt (1955), Liliequist und Lundberg (1971), Gat (1972) sowie Demirjian et al. (1973).

Methode:

- Das Entwicklungsstadium eines jeden Zahnes sowie das Resorptionsstadium eines jeden Milchzahnes wird festgelegt. Eine Beurteilung des Mineralisationsgrades ist in einigen Fällen aufgrund von Überlagerungen im Röntgenbild nicht möglich.
- Die Einteilung der Kronenentwicklung bezieht sich auf den anatomischen Äquator (vgl. S. 43), die der Wurzelentwicklung auf die Kronenhöhe.
- Die Abbildungen charakterisieren jeweils den Zustand der Zahnmineralisation, der dem jeweiligen Stadium gerade noch zuzuordnen ist. Ein weiterer Mineralisationsfortschritt wäre dem darauf folgenden Stadium zugehörig.
- Die relative Länge der Wurzel zur Krone wird verglichen.
- Die Betrachtung der Röntgenbilder erfolgt ohne optische Hilfsmittel.

Tabelle 21a zeigt die Einteilung der Mineralisationsstadien der Zähne.

Tab.21a: Stadien der Zahnmineralisation verändert in Anlehnung an Gleiser und Hunt (1955), Liliequist und Lundberg (1971), Gat (1972) sowie Demirjian et al. (1973)

Stadium	Bild	Definition
1		Es ist noch keine Keimhöhle sichtbar. Die Knochenstruktur weist noch keine Unterschiede zur Umgebung auf.
2		Die Knochenstruktur ist aufgelockert. Die Keimhöhle ist sichtbar.
3		Bei den Frontzähnen ist ein Verkalkungspunkt innerhalb der Aufhellung zu sehen. Bei den Prämolaren und Molaren sind kegelförmige Verkalkungspunkte, die den Höckerspitzen entsprechen, innerhalb der Aufhellung zu erkennen. Sie sind nicht miteinander verschmolzen.
4		Bei den Frontzähnen ist die Schneidekante verkalkt. Bei den Prämolaren und Molaren ist der Zusammenschluss von mindestens zwei und maximal aller Verkalkungspunkte zu beobachten.
5		Die Mineralisation endet unmittelbar unterhalb des anatomischen Äquators der Zahnkrone. Die Zahnkrone ist über die größte Breite hinaus mineralisiert.
6		Wenige röntgenopake Dentinspuren sind unterhalb des zervikalen Schmelzrandes sichtbar. Die Zahnkrone ist voll ausgebildet, die Schmelz-Zement Grenze ist erreicht.
7		Die Wurzel ist bandförmig (≤ 3 mm). Bei mehrwurzeligen Zähnen ist der Scheitel der Bifurkation bzw. Trifurkation punkt- oder halbmondförmig zu erkennen.
8		Die Wurzellänge ist größer als 3 mm, sie erreicht maximal Kronenhöhe.
9		Die Wurzellänge überschreitet die Kronenhöhe. Die Wurzelkanalwände sind apical divergierend. Der Wurzelkanal ist apical breiter als koronal. Das Foramen apicale besitzt noch eine weite Öffnung.
10		Die Wurzelkanalwände konvergieren. Der Wurzelkanal ist apical schmaler als koronal.
11		Die apikale Wurzelkanalöffnung ist minimal. Der Parodontalspalt um die Wurzelspitze ist gleichmäßig breit.





Die in Tabelle 21a genannten Bezugspunkte zur Bestimmung des jeweiligen Stadiums sind wie folgt definiert:

- Der anatomische Äquator ist die Verbindungslinie aller Punkte auf der klinischen Zahnkrone, die am weitesten von der Zahnachse entfernt liegt (Breustedt et al.1987). Als Zahnachse bezeichnet man bei einwurzeligen Zähnen die Verbindungslinie zwischen der Wurzelspitze und der Mitte der Schneidekante, bei mehrwurzeligen Zähnen die Verbindungslinie zwischen der Gabelung der Wurzeln (Incisura Interadicularis) und der Mitte der Kaufläche.
- Die Kronenhöhe ist die Distanz zwischen der gedachten Verbindungslinie der röntgenologisch sichtbaren Höckerspitzen und der Schmelzunterkante (in Anlehnung Demirjian 1973).

In dem Ergebnissteil werden die Zähne, denen ein Mineralisationsstadium zugewiesen werden kann, als „Mineralisationszähne“ bezeichnet.

Auf der Grundlage der Arbeit von Haavikko (1973b) wurden die in Tabelle 21b dargestellten Resorptionsstadien der Milchzähne entwickelt. Der oben genannte Grundsatz, des Vergleichs der Wurzel mit der Kronenhöhe (siehe S.41), wird auch hier beibehalten.

Tab.21b: Stadien der Milchzahnwurzelresorption in Anlehnung an Haavikko (1973b)

Stadium	Bild	Definition
R1		Der Wurzelumriss ist durch mindestens eine makroskopisch sichtbare Resorptionslakune aufgehoben.
R2		Bei einwurzeligen Zähnen ist die Wurzellänge größer als die Kronenhöhe. Mehrwurzelige Zähne zeigen konvergierende Wurzelenden, die Zangenform der Wurzeln bleibt erkennbar.
R3		Bei einwurzeligen Zähnen ist die Wurzellänge größer als 3 mm, sie entspricht maximal der Kronenhöhe. Mehrwurzelige Zähne haben divergierende Wurzelenden und die Zangenform ist aufgehoben.
R4		Bei einwurzeligen Zähnen ist die Wurzel bandförmig (≤ 3 mm). Bei mehrwurzeligen Zähnen erreicht die Resorption die Bifurkation bzw. Trifurkation der Wurzel.

Liegt die Resorption der Milchzahnwurzeln zwischen zwei Stadien, erhält der Zahn den darauf folgenden Code.

4.2.4 Intravitale und postmortale Zahnverluste

Intravitale und postmortale Zahnverluste unterscheiden sich wie folgt:

Intravitale Zahnverluste sind an folgenden Kriterien zu erkennen:

- Antagonist ist elongiert.
- Kippung oder Verlagerung benachbarter Zähne in Richtung des fehlendes Zahnes.
- Zwischen vermuteter Wurzelgröße des verlorenen Zahnes und der sichtbaren Alveolengröße besteht ein deutliches Missverhältnis.
- Abgerundeter Alveolarrand bis hin zum völligen Verschluss der Alveole
(Anmerkung: Ossifikation beginnt meist apikal).

Postmortale Zahnverluste sind an folgenden Kriterien zu erkennen:

- Keine Elongation antagonistischer Zähne.
- Keine Kippungen oder Verlagerung benachbarter Zähne in Richtung des fehlendes Zahnes.
- Anzeichen von regenerativen bzw. ossifizierenden Prozessen an der Alveole fehlen (Eichelberger 1996, Loysa 1989).
- Die Alveolarränder sind scharf begrenzt (Kniebel 1986).

4.2.5 Materialaufnahme und Dokumentation

4.2.5.1 Der Zahnstatus

Untersuchungsteil 1: Zahnstatus anhand von Inspektion

Jeder vorhandene Zahn wird durch einfache Inspektion beurteilt. Alle im Kiefer befindlichen Zähne sowie alle isolierten Zähne werden berücksichtigt. Die Einordnung von Einzelzähnen erfolgt nach dem Bogen-, Winkel- und Wurzelmerkmal (Mühlreiter 1870). Die Abgrenzung zwischen Milch- und bleibenden Zähnen wird mit den von Schumacher (1983) angegebenen allgemeinen Unterscheidungsmerkmalen vorgenommen. Im günstigsten Fall sind für das bleibende Gebiss 32 Zähne und für das Milchgebiss 20 Zähne beurteilbar. Die Eintragung erfolgt in das in Abbildung 9 dargestellte Aufnahmeblatt.

Im mittleren Teil sind die Zahnsymbole abgebildet, wobei eine Trennung in Milchzähne und bleibende Zähne erfolgt. Die sichtbaren Anteile eines Zahnes werden mit grüner Farbe dargestellt. Dies geschieht einheitlich für Milchgebiss und bleibendes Gebiss. Die Höhe des

mesialen und distalen Alveolarrandes wird im Schema mit je einem roten Punkt an den entsprechenden Stellen neben dem Zahnsymbol gekennzeichnet. Ist eine Beurteilung aufgrund von z.B. postmortal entstandenen Absprengungen nicht möglich, tritt an die Stelle des roten Punktes ein rotes Fragezeichen. Die Größe sowie der Verlauf einer vorhandenen vestibulären Absprengung wird mit einer roten Linie an der entsprechenden Stelle des Zahnsymbols eingezeichnet. Ein roter Strich über der Krone des Zahnsymbols zeigt den noch vollständig im Kiefer ruhenden Zahn an.

Institut für Humangenetik und Anthropologie der FSU Jena	
MATERIALAUFNAHME: "C r a n i u m" (Altersbestimmung)	
Fundort: <u>Dresden - Briesnitz</u>	Skelett / Grab Nr.: _____
Kreis: _____	alte Inventar Nr.: _____
Sterbealter: <u>DB: 67 (MIN: 57.) DB: 67 (MIN: 57.)</u>	Katalog Nr.: <u>56 / 93</u>
Geschlecht: <u>—</u>	lfd.Nr.: _____
Kultur: _____	Karton Nr.: _____
Erhaltungszustand: _____	Bearbeiter: <u>11.09.2003 A.Volkman</u>

Zahnstatus im Milch-, Wechsel- und bleibenden Gebiß

The diagram illustrates the dental status of an individual, showing the upper and lower arches. Teeth are represented by symbols with numbers indicating their position and condition. Red markings (dots, lines, and crosses) indicate specific features like alveolar levels and wear. The diagram is organized into sections for the upper and lower arches, with labels for 'Rechts' (Right) and 'Links' (Left). The teeth are numbered 1 through 18, with some teeth marked with 'X' or '3.1'.

Abb.9: Aufnahmeblatt für den allgemeinen Zahnstatus eines Individuums

Einige Einzelzähne zeigen besonders an den Wurzeln starke Verwitterung. Diese Stellen werden am Zahnsymbol mit lila Farbe gekennzeichnet. Falls einzelne Zähne oder ganze Quadranten nicht vorhanden und damit nicht beurteilbar sind, wird ein blauer Schrägstrich durch die betreffenden Zahnsymbole gezogen. Dies geschieht auch bei intra vitam verlorenen Zähnen. Ein postmortaler Verlust von Zähnen wird durch zwei blaue gekreuzte Schrägstriche durch das entsprechende Zahnsymbol gekennzeichnet. Die allgemeine Materialcodierung (vgl. Tab.19) sowie weitere allgemeine Anmerkungen zu einem Zahn (Tab.22) werden auf der apicalen Seite des Zahnsymbols in das Aufnahmeblatt notiert.

Tab.22: Anmerkungen zu einem Zahn im Untersuchungsteil 1 des Abschnitts 4.2.5.1

Anmerkung	Bedeutung	Erläuterungen
A?	Geschlossene Knochendecke	Die Frage, ob der Zahn angelegt oder aplastisch ist, bleibt bis zur röntgenologischen Beurteilung offen.
X	Zahn eingeklebt	
X↓	Zahn eingeklebt - in Richtung Okklusionsebene verschoben	
X↑	Zahn eingeklebt - gegen die Okklusionsebene verschoben	
V	Zahn stark verwittert	Es kann keine zuverlässige Aussage über sein Wurzelwachstum gemacht werden.

Weiterhin erfolgt die Beurteilung des Durchbruchstandes eines Zahnes. Der entsprechende Code (vgl. Tab.20) wird an der koronalen Seite eines Zahnsymbols notiert.

Besonderheiten der untersuchten Kiefer werden im unteren Teil des Aufnahmeblattes vermerkt. Zu den Besonderheiten zählen: Platzüberschuss, Platzmangel, palatinal bzw. vestibulär durchgebrochene Zähne, Zahnüberzahl, osteolytische Prozesse am Kieferknochen sowie postmortal entstandene Auffälligkeiten wie Kieferbruch und das Einkleben eines Zahnes in die falsche Alveole.

Untersuchungsteil 2: Röntgenologischer Zahnstatus

Es werden alle Zähne in die Röntgenuntersuchung einbezogen, sofern deren Mineralisationsstand nicht schon im Untersuchungsteil 1 beurteilt werden konnte. Es kommen Röntgenfilme der Größe 5,7 cm x 7,6 cm zur Anwendung (Kodak Insight®). Die Röntgenaufnahmen werden mit dem Heliodent MD® von Siemens durchgeführt. Die verwendete Spannung beträgt 65 kV bei einer Belichtungszeit von 3 Sekunden. Die Entwicklung der Röntgenbilder erfolgt mit dem Dürr® Dental DL 24 Automaten. Der Fokus-Objekt-Abstand wird mit 1,5 m so groß wie möglich und der Objekt-Film-Abstand durch direktes Auflegen des Materials auf den Film so klein wie möglich gewählt. Auf diese Weise kann nahezu eine 1:1 Abbildung der Kiefer erreicht werden. Für die Aufnahmen werden Ober- und Unterkiefer jeweils in drei Bereiche gegliedert:

Oberkiefer	I) Zahn 18-14	II) Zahn 13-23	III) Zahn 24-28
Unterkiefer	IV) Zahn 38-34	V) Zahn 33-43	VI) Zahn 44-48

In den Abschnitten I, III, IV und VI wird der Film im Querformat, in Abschnitt II und V im Längsformat platziert. Im Oberkiefer wird eine palatinale Filmlage gewählt. Eine linguale Filmlage erweist sich in den Abschnitten IV und VI als günstig. Lediglich in Abschnitt V wird eine vestibuläre Filmpositionierung vorgenommen.

Ziel ist, Objektachse und Film soweit wie möglich parallel zueinander auszurichten, wobei der Zentralstrahl im rechten Winkel dazu auftreffen sollte. Diese Einstellung beschreibt Pasler (1989) als Rechtwinkeltechnik (Abb.10). Ihre Anwendung stellt im Unterkiefer kein Problem dar. Im Oberkiefer kann der Film in Fällen mit erhaltener Gaumenwölbung nicht parallel zu den Zahnachsen platziert werden. Dabei wird versucht, den Bedingungen der Halbwinkeltechnik gerecht zu werden (Abb.11).

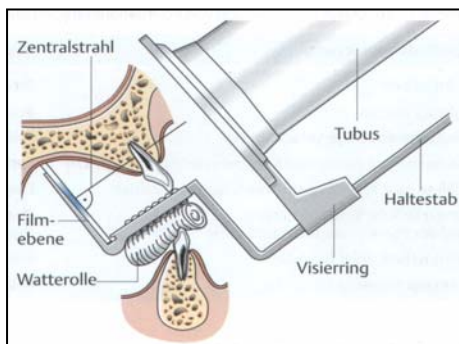


Abb.10: Prinzip der Rechtwinkeltechnik
(aus Schwenzer und Ehrenfeld 2000)

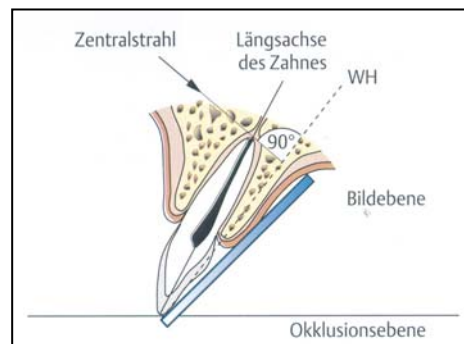


Abb.11: Prinzip der Halbwinkeltechnik
(aus Schwenzer und Ehrenfeld 2000)

Die Auswertung der Aufnahmen (Abb.12) erfolgt mit dem Röntgenbildbetrachter.



Abb.12: Röntgenbilder der Abschnitte IV, V und VI (aus Volkmann et al. 2006)

Die Ergebnisse werden auf Folien in dem aus Untersuchungsteil 1 bekannten Schema dokumentiert. Die Einzeichnung des röntgenologisch erkennbaren Mineralisationsgrades eines Zahnes erfolgt mit oranger Farbe in dessen Zahnsymbol. Der entsprechende Code für den Mineralisationsgrad eines Zahnes wird auf der apicalen Seite des entsprechenden Zahnsymbols notiert (vgl. Tab.21a und b). Weitere Anmerkungen zu einem Zahn (Tab.23) werden ebenfalls auf der apicalen Seite des entsprechenden Zahnsymbols auf der Folie notiert. Isolierte Zähne werden nicht geröntgt, ihr Mineralisationsgrad wird dennoch auf der Folie eingetragen.

Tab.23: Mögliche Anmerkungen zu einem Zahn im Untersuchungsteil 2 des Abschnitts 4.2.5.1

Anmerkung	Bedeutung	Erläuterungen
?	Entwicklungsstand des Zahnes im Röntgenbild nicht genau erkennbar	Zähne werden nicht auf der Mineralisationsfolie eingetragen. (dies kann z.B. bei Überlagerungen von Milchzahnwurzeln mit bleibenden Zahnkeimen der Fall sein)
O	Spongiosa des Knochens aufgelockert, keine kalzifizierte Zahnstrukturen nachweisbar	Vorliegen eines postmortalen Zahnkeimverlustes, wird bei Projektion der Folie auf das Aufnahmeblatt des Untersuchungsteils 1 geklärt.
Ø	Zahnanlage oder formierte Knochenhöhle lag nicht vor	Zahn aplastisch oder intra vitam verloren.

Legt man die Folie über das Aufnahmeblatt, so lassen sich auf einen Blick sowohl das Durchbruchsstadium als auch der Mineralisationsgrad eines jeden vorhandenen Zahnes ablesen.

4.2.5.2 Zahnaltersschätzung anhand von Durchbruchsstadium und Mineralisationsgrad

Untersuchungsteil 1: Das Zahnalter anhand des Zahndurchbruches

Als Grundlage dient die im Untersuchungsteil 1 des Abschnitts 4.2.5.1 ermittelte Beziehung der Zahnkrone zum mesialen und distalen Alveolarrand. Ist dieser nur mesial oder distal eindeutig zu bestimmen, wird der betreffende Zahn dennoch in die Untersuchungen des Durchbruchstatus einbezogen. Die Aufnahme erfolgt in das in Abbildung 13 dargestellte Schema der Zahnentwicklung nach Ubelaker (1978).

Für Milchzahnsymbole wird rote Farbe, für die der bleibenden Zähne grüne Farbe verwendet. Für jedes Zahnpaar erfolgt nur eine gemeinsame Eintragung. Deshalb genügt es z.B. bei Fehlen von Zahn 13 stellvertretend Zahn 23 zu beurteilen. Liegt ein unterschiedliches Durchbruchsstadium dieser beiden Zähne vor, wird der Zahn mit dem größeren Eruptionsfortschritt verwendet.

Die Einzeichnung eines Zahnes erfolgt in jeder Entwicklungsstufe in das Schema von Ubelaker (1978), die sein eigenes Durchbruchsstadium beinhaltet (Abb.13). Daraus ergibt sich, dass z.B. ein vollständig durchgebrochener 55/65 in acht Stadien (von 3 Jahren bis 10 Jahren) auftaucht. Dagegen darf ein im Durchbruch befindlicher 36/46 nur in einer Entwicklungsstufen (6 Jahre) eingezeichnet werden. Bei Unsicherheit, welchem von zwei unterschiedlichen Stadien ein Zahn zuzuordnen ist, wird die Eintragung in beiden Stadien vorgenommen.

Im Kiefer befindliche Zahnanlagen, sofern sie auch ohne röntgenologische Hilfsmittel beurteilbar sind, werden an dieser Stelle mit aufgenommen. Isolierte Zähne werden an dieser Stelle schraffiert eingezeichnet, können aber wegen der fehlenden Beziehung zum Alveolarrand nicht für die Bestimmung des Durchbruchsstadiums herangezogen werden.

Sind die Durchbruchsstadien aller beurteilbaren Zähne eines Individuums erfasst, ergibt sich ein Bild wie in Abbildung 13. Die Eintragungen summieren sich in ein oder zwei Altersstufen. Daraus ergibt sich das geschätzte „Durchbruchsalter“.

Institut für Humangenetik und Anthropologie der FSU Jena	
MATERIALAUFNAHME: "C r a n i u m" (Altersbestimmung)	
Fundort: <u>Dresden - Bresnitz</u>	Skelett / Grab Nr.:
Kreis:	alte Inventar Nr.:
Sterbealter: <u>75:61 (MIN:51,)MAX:51</u>	Katalog Nr.: <u>56133</u>
Geschlecht: <u>✓</u>	lfd.Nr.:
Kultur:	Karton Nr.:
Erhaltungszustand:	Bearbeiter: <u>11.03.2003</u> <u>A. Volkman</u>

5 MONTHS
IN UTERO
(± 2 MOS)

7 MONTHS
IN UTERO
(± 2 MOS)

BIRTH
(± 2 MOS)

6 MONTHS
(± 3 MOS)

9 MONTHS
(± 3 MOS)

1 YEAR
(± 4 MOS)

18 MONTHS
(± 6 MOS)

2 YEARS
(± 8 MOS)

3 YEARS
(± 12 MOS)

Zahnentwicklung *

4 YEARS
(± 12 MOS)

5 YEARS
(± 16 MOS)

6 YEARS
(± 24 MOS)

7 YEARS
(± 24 MOS)

8 YEARS
(± 24 MOS)

9 YEARS
(± 24 MOS)

10 YEARS
(± 30 MOS)

11 YEARS
(± 30 MOS)

12 YEARS
(± 30 MOS)

15 YEARS
(± 36 MOS)

21 YEARS

35 YEARS

* Schematische Darstellung der Zahnentwicklung (nach UBELAKER 1978)
Zähne des Milchgebisses gepunktet.

Seite 1

Abb.13: Aufnahmeblatt für den Stand des Zahndurchbruches eines Individuums

Untersuchungsteil 2: Das Zahnalter anhand von Zahnmineralisation

In diesem Untersuchungsteil ist lediglich der Mineralisationsgrad eines jeden Zahnes sowie des Gebisses in seiner Gesamtheit von Interesse. Die Eintragung erfolgt aus Gründen der Projizierbarkeit wiederum auf Folien in das schon bekannte Aufnahmeschema nach Ubelaker (1978).

Für Milchzähne wird die Farbe blau, für bleibende Zähne orange verwendet. Ein Zahn wird in allen Altersstufen eingezeichnet, die seinen Mineralisationsgrad enthalten. Analog zum Untersuchungsteil 1 (vgl. Kapitel 4.2.5.2) erfolgte für jedes Zahnpaar eines Kiefers nur eine gemeinsame Eintragung. Bei Zuordnungsschwierigkeiten zu einem bestimmten Stadium und bei unterschiedlichem Mineralisationsfortschritt der antimeren Zähne eines Kiefers wird ebenfalls wie in Untersuchungsteil 1 verfahren.

Ist der Mineralisationsgrad aller beurteilbaren Zähne erfasst, summieren sich die Eintragungen in ein oder zwei Altersstufen. Daraus ergibt sich das geschätzte „Mineralisationsalter“.

Untersuchungsteil 3: Zahnaltersschätzung anhand von Durchbruchstand und Mineralisation

Die Projektion der Aufnahmeschemata aus Untersuchungsteil 1 (Zahndurchbruch) und Untersuchungsteil 2 (Zahnmineralisation) übereinander erlauben nun eine Zahnaltersschätzung unter Verwendung sowohl des Zahndurchbruches als auch der Zahnmineralisation. Daraus ergibt sich das geschätzte „Durchbruchs- und Mineralisationsalter“.

4.2.6 Deskriptive Statistik

Alle an den Gebissfragmenten gewonnenen Daten werden in das Tabellenprogramm Microsoft ® EXCEL 2002 aufgenommen. Die weitere Auswertung erfolgt mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS ® 11.5 (2002). Die Untersuchung der Milch- und Dauerzähne ist aufgrund des physiologischen Zahnwechsels nur voneinander möglich.

4.2.7 Altersschätzung der Gebissindividuen

Für die Altersschätzung nach der Methode von Ubelaker (1978) werden die vorhandenen Individuen hinsichtlich ihres Erhaltungszustandes in 3 Gruppen eingeteilt. Die Einteilung erfolgt nach den im Kapitel 4.1 (Material) genannten Erhaltungszustandsklassen (vgl. Tab.16).

- | | |
|---|---|
| 1. Gruppe – „sehr gut erhalten“: | komplette Gebisse und komplettierte Halbgebisse |
| 2. Gruppe – „gut erhalten“: | komplette Ober- oder Unterkiefer und komplettierte halbe Ober- oder halbe Unterkiefer |
| 3. Gruppe – „schlecht erhalten“: | unvollständige Gebisse und Einzelzahnindividuen |

In den eben beschriebenen Gruppen werden für jedes Individuum drei verschiedene Zahnalter nach der Methode von Ubelaker (1978) geschätzt (vgl. 4.2.5.2):

1. „Durchbruchsalter“
2. „Mineralisationsalter“
3. „Mineralisations- und Durchbruchsalter“.

Die geschätzten Alter entsprechen den von Ubelaker (1978) angegebenen Mittelwerten. Zusätzlich sind die jeweiligen Altersspannen bei Ubelaker (1978) angegeben (vgl. Abb.8). Aus der Zusammenführung der drei gewonnen Altersangaben ergibt sich das Individualalter. Dabei erfolgt die Festlegung des Individualalters primär in Anlehnung an das „Mineralisations - und Durchbruchsalter“.

Weiterhin werden folgende Grundsätze berücksichtigt:

- Ist bei dem „Mineralisations - und Durchbruchsalter“ eine Altersspanne „von – bis“ angegeben, wird der ausschlaggebende Hinweis für das Individualalter zunächst bei dem „Mineralisationsalter“ und danach bei dem „Durchbruchsalter“ gesucht. Das „Mineralisationsalter“ hat stets Priorität.
- Sind bei allen drei vergebenen Altern nur „von – bis“ Angaben vorhanden, wird sich für das höhere Alter mit einem Vorzeichen entschieden.
- Bei Einzelzahnindividuen kann lediglich das „Mineralisationsalter“ geschätzt werden. Dieses Alter entspricht an dieser Stelle dem Individualalter.

Vorzeichenerklärung:

< Alter	=	mit hoher Wahrscheinlichkeit so alt; evtl. jünger
> Alter	=	höchstens so alt; mit hoher Wahrscheinlichkeit jünger
Alter >	=	mit hoher Wahrscheinlichkeit so alt; evtl. älter
Alter <	=	mindestens so alt; mit hoher Wahrscheinlichkeit älter

Altersschätzung der Gruppe Juvenil- Fröhadult nach Moorees et al. (1963)

Es erfolgt die Altersschätzung nur bei den Individuen, die mindestens einen ausdifferenzierten zweiten Molaren in der Kauebene besitzen. Weiterhin muss ein Weisheitszahn im Unterkiefer vorhanden sein, da in diesem Altersbereich lediglich der 3. Molar zur Altersschätzung verwendet werden kann. Weisheitszähne im Oberkiefer werden bei dieser Methode nicht berücksichtigt (vgl. Tab.15).

Auf der Grundlage des Mineralisationsstadiums wird das Alter zunächst sowohl für Mädchen als auch für Jungen aus den jeweiligen Tabellen ermittelt. Da das Geschlecht des untersuchten Materials nicht bekannt war, wird aus den beiden ermittelten Altersangaben der Mittelwert gebildet. Zusätzlich wird, weil im Gegensatz zu allen anderen Dauerzähnen der Durchbruch des Weisheitszahns bei Jungen eher erfolgt als bei Mädchen, die dazugehörige maximale untere (2s der Jungen) bzw. maximale obere (2s der Mädchen) doppelte Standardabweichung angegeben.

Verteilung der Individuen in verschiedenen Jahresklassen

Es wird eine Aufteilung in 1-Jahres-, 2-Jahres-, 4-Jahres und 6- Jahresklassen vorgenommen. In Tabelle 24 wird die Einteilung der Altersangaben nach Ubelaker (1978) in die Jahresklassen exemplarisch bis 12 Jahre dargestellt.

Tab.24 : Einteilung der Individuen in die 1-, 2-, 4- und 6- Jahresklassen

Alter nach Ubelaker (1978) in Jahren	Grenzen für die Einteilung der Jahresklassen	1-Jahres-klasse	2-Jahres-klasse	4-Jahres-klasse	6-Jahres-klasse
0	0 - 0,49	0	2	4	Infans 1
0,5	0,5 - 1,49	1			
0,75					
1					
1,5	1,5 - 2,49	2			
2					
3	2,5 - 3,49	3	4		
4	3,5 - 4,49	4			
5	4,5 - 5,49	5	6	8	
6	5,5 - 6,49	6			
7	6,5 - 7,49	7	8		
8	7,5 - 8,49	8			
9	8,5 - 9,49	9	10		
10	9,5 - 10,49	10			
11	10,5 - 11,49	11	12		
12	11,5 - 12,49	12			

4.2.8 Erhaltungszustand des Gebissmaterials

Aufteilung der Individuen in den Gebissklassen

Für die Berechnung des komparativen Dentalindex (CDI) bzw. des komparativen Alveolarindex (CAI) ist es nötig, die vorhandenen Gebissindividuen in die Gebissklassen Milchgebiss, Wechselgebiss und Dauergebiss einzuteilen. Dabei wird nach folgenden Kriterien vorgegangen.

Ein **Milchgebiss** liegt vor, wenn:

- Milchzähne vorhanden oder post mortem verloren sind und/oder
- Dauerzähne mit einem Durchbruchscore kleiner 3.3 vorhanden sind.
- Einzelzahnindividuen vorhanden sind, deren Alter ≤ 6 Jahre geschätzt wird.

Ein **Wechselgebiss** liegt vor, wenn:

- Milchzähne vorhanden oder post mortem verloren sind sowie
- Ersatzzähne: I 1, I 2, C, PM 1, PM 2 mit einem Durchbruchscore ≥ 3.3 vorhanden sind und/oder der erste Molar (M 1) mit einem Durchbruchscore ≥ 7 vorhanden ist.
- Einzelzahnindividuen vorhanden sind, deren Alter auf 7 bis 10 Jahre geschätzt wird.

Ein **Dauergebiss** liegt vor, wenn:

- Keine Milchzähne vorhanden sind sowie
Dauerzähne mit einem Durchbruchscore ≥ 3.3 nachgewiesen werden.
- Einzelzahnindividuen vorhanden sind, deren Alter auf ≥ 11 Jahre geschätzt wird.

Komparativer Dentalindex (CDI) und komparativer Alveolarindex(CAI)

Um den Erhaltungszustand von Gebissen in einem Gräberfeld zu charakterisieren, wird der komparative Dentalindex (CDI) nach Brinch und Møller-Christensen (1949) sowie der komparative Alveolarindex (CAI) nach Strouhal (1959) verwendet.

CDI =	$\frac{\text{Anzahl vorhandener und intravital verlorener Zähne}}{\text{Anzahl der maximal möglichen Zahnorte (20/32)}} \times 100$
CAI =	$\frac{\text{Anzahl tatsächlich vorhandener Zahnorte}}{\text{Anzahl der maximal möglichen Zahnorte (20/32)}} \times 100$

Der **CDI** (komparativer Dentalindex) berechnet sich aus dem prozentualen Anteil der vorhandenen sowie der intravital verlorenen Zähne, geteilt durch die Anzahl der maximal möglichen Zahnorte. Ein Zahn gilt als vorhanden, wenn der allgemeinen Materialcode 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 oder 16 vergeben wird. Die Anzahl der maximal möglichen Zahnorte berechnet sich aus der Individuenzahl multipliziert mit der maximal möglichen Zahnzahl je Gebiss. Für das Milchgebiss werden 20 Zähne und für das Dauergebiss 32 Zähne angenommen.

Berechnet man das Verhältnis aus dem prozentualen Anteil der tatsächlich vorhandenen Zahnorte (Alveolen) zu der Anzahl der maximal möglichen Zahnorte, erhält man den **CAI** (komparativer Alveolarindex).

$\text{tatsächlich vorhandene Zahnorte (Alveolen)} = \text{Zahn vorhanden} + \text{i.v. verloren} + \text{p.m. verloren}$

Dieser zeigt im Gegensatz zum CDI den Erhaltungszustand der Kieferknochen. Im Unterschied zum CDI gehen beim CAI zusätzlich zu den tatsächlich vorhanden und intravital verlorenen Zähnen auch die postmortal verlorenen Zähne mit ein.

In Anlehnung an Vollandt (2001) werden die Wechselgebisse des Gräberfeldes Briesnitz für die Berechnung des Erhaltungszustandes CDI / CAI mit einbezogen. Dabei werden die Milchzähne eines Wechselgebisses als eigenständiges Milchgebiss und die Dauerzähne als eigenständiges Dauergebiss betrachtet. Von den Milchgebissen werden lediglich die Milchzähne und von den Dauergebissen die Dauerzähne bei der Berechnung berücksichtigt. Daraus ergibt sich für die Verteilung der Zähne in den Gebissen folgendes:

Milchgebiss :	alle Milchzähne aus Milchgebissen und Wechselgebissen
Dauergebiss :	alle Dauerzähne aus Wechselgebissen und Dauergebissen

Erhaltungszustand anhand des Schemas von Ubelaker (1978)

Für jede Altersstufe werden die im Schema von Ubelaker (1978) abgebildeten Milch- bzw. Dauerzähne addiert und als Anzahl (n) gewertet. Abgebildete Zahnkeime werden erst ab dem Mineralisationsstadium 4 als vorhanden gezählt (Bei Frontzähnen ist die Schneidekante verkalkt. Bei Prämolaren und Molaren ist der Zusammenschluss von mindestens zwei und maximal aller Verkalkungspunkte zu beobachten.)

Die Anzahl (n) wird dann mit der Anzahl der vorhandenen Individuen (i) der jeweiligen Altersgruppe im Schema nach Ubelaker (1978) multipliziert. Daraus ergibt sich die Anzahl der maximal möglichen Zähne des Gräberfeldes Dreden-Briesnitz für jede Altersgruppe. Danach werden die tatsächlich vorhandenen Milch- bzw. Dauerzähne für jede Altersgruppe gezählt. Zähne werden als vorhanden gewertet, wenn ihnen bei der allgemeinen Materialcodierung die Codes 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 15 und 16 vergeben werden (vgl. Tab.19). Der Erhaltungszustand kann nun getrennt für Milch- und Dauerzähne sowohl für jede Altersstufe nach dem Schema von Ubelaker (1978) als auch für alle Individuen errechnet werden. Die Berechnung erfolgt nach folgender Formel:

$\text{Erhaltungszustand} = \frac{\text{Anzahl vorhandener Zähne}}{\text{Anzahl maximal möglicher Zähne}} \times 100$ <p style="text-align: center; margin: 0;">(anhand des Schemas von Ubelaker 1978)</p>
--

Liegt zum Beispiel ein 7-jähriges Individuum nach Ubelaker (1978) vor, können maximal 14 mögliche Milch- und maximal 28 mögliche bleibende Zähne gezählt. Wenn insgesamt 3 Individuen in dieser Altersgruppe vorhanden sind, müssen diese jeweils mit den maximal 14 möglichen Milch- und maximal 28 möglichen bleibenden Zähnen multipliziert werden.

Daraus ergibt sich die Anzahl der maximal möglichen Zähne (42 Milchzähne und 84 bleibende Zähne). Für die drei Individuen der Altersgruppe muss die Anzahl der vorhanden Zähne ermittelt werden. Mit der oben beschriebene Formel kann jetzt der Erhaltungszustand berechnet werden.

5 Ergebnisse

5.1 Deskriptive Statistik (1)

Im diesem Ergebnisteil erfolgt die exakte Beschreibung des Untersuchungsmaterials. Für alle Berechnungen wird zwischen Milch- und Dauerzähnen unterschieden. Zunächst werden allgemeine Aussagen über die Häufigkeitsverteilungen für Ober- und Unterkiefer, getrennt für alle vorhandenen Zähne in den jeweiligen Zahngruppen, dargestellt.

Weiterhin werden die Häufigkeiten der bestimmaren „Durchbruchs“- und „Mineralisationszähne“ getrennt für alle Zähne in den jeweiligen Zahngruppen sowie in den Gebissquadranten dargestellt.

5.1.1 Verteilung der vorhandenen Zähne im Gebiss

Häufigkeiten der allgemeinen Materialcodierung

Die Häufigkeiten der bei der allgemeinen Materialcodierung vergebenen Codes zeigt Tabelle 25 auf der folgenden Seite. Dabei erfolgt die Aufschlüsselung der 142 Individuen nach Gebissen mit Milchzähnen und denen mit Dauerzähnen. Weiterhin werden die Zähne in den drei verschiedenen Gebissklassen (MG/Milchgebiss, WG/Wechselgebiss, DG/Dauergebiss) betrachtet. Die Spalte „Milchzähne im Dauergebiss“ dient lediglich zur Komplettierung der Tabelle. Deshalb kann in dieser Spalte im Normalfall nur der Code 1 ermittelt werden.

Code 1 (keine Aussage zu diesem Zahn möglich, da nicht vorhanden) ist mit der Anzahl von 5024 (68,1 %) der mit Abstand am häufigsten vergebene Code. Als nächstes folgen Code 2 (Durchbruch und Mineralisation sind beurteilbar) mit 1177 (15,9 %) und Code 7 (Zahn post mortem verloren) mit 379 (5,1 %).

Tab.25: Häufigkeiten der allgemeinen Materialcodierung der Milch- und Dauerzähne in allen drei Gebissklassen

Code	Materialcodierung (im Wortlaut)	Milch- zähne im MG	Milch- zähne im WG	Milch- zähne im DG	Milch- zähne im MG & WG	Milch- zähne im MG & WG & DG	Dauer- zähne im MG	Dauer- zähne im WG	Dauer- zähne im DG	Dauer- zähne im WG & DG	Dauer- zähne im MG & WG & DG	Milchzähne + Dauerzähne
1	Zahn nicht vorhanden	579	320	1340	899	2239	1197	491	1097	1588	2785	5024
2	Durchbruchstadium und Mineralisationsgrad beurteilbar	255	33	x	288	288	99	56	734	790	889	1177
3	nur das Durchbruchstadium ist beurteilbar	55	9	x	64	64	23	13	15	28	51	105
4	Zahn erst bei Röntgenuntersuchung beurteilbar	1	0	x	1	1	324	46	1	47	371	372
5	Durchbruchstadium und Mineralisationsgrad sind bei Inspektion beurteilbar	25	1	x	26	26	36	6	54	60	96	122
6	Mineralisationsgrad bei Inspektion und auf Röntgenbild beurteilbar	4	0	x	4	4	2	0	1	1	3	7
7	Zahn post mortem verloren	143	22	x	165	165	37	9	186	195	232	397
8	Zahn intra vitam verloren	6	12	x	18	18	0	0	9	9	9	27
9	Zahn aplastisch	0	0	x	0	0	0	0	13	13	13	13
10	Zahn isoliert (Einzelzahn)	32	2	x	34	34	33	9	32	41	74	108
11	Zahn ist röntgenologisch sichtbar, aber nicht beurteilbar	0	0	x	0	0	9	10	0	10	19	19
12	Zahn isoliert; verwittert	0	0	x	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Zahn im Kiefer, verwittert	0	0	x	0	0	0	0	0	0	0	0
14	Milchzahn persistierend	0	0	x	0	0	0	0	0	0	0	0
15	Zahn retriiert	0	0	x	0	0	0	0	0	0	0	0
16	Mineralisationsgrad bei Inspektion erkennbar Zahn röntgenologisch nicht beurteilbar; Zahndurchbruch nicht beurteilbar;	1	0	x	1	1	0	0	2	2	2	3
Gesamt	(Anzahl der maximal möglichen Zahnorte)	1101	399	1340	1500	2840	1760	640	2144	2784	4544	7384
Zahn vorhanden	(Code 2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16)	373	45	x	418	418	526	140	839	979	1505	1923
Zahn fehlt	(Code 1, 7, 8, 9)	728	354	1340	1082	2422	1234	500	1305	1805	3039	5461

MG = Milchgebiss WG = Wechselgebiss DG = Dauergebiss

Verteilung der vorhandenen Zähne

Bei den 1923 vorhandenen Zähnen handelt es sich um vollständig durchgebrochene Zähne, Zähne im Durchbruch, Zahnkeime sowie Zähne, deren Durchbruchsstadium nicht beurteilt werden konnte und isolierte Zähne (Tab.20). Der Durchbruchstand ist nicht beurteilbar, wenn Alveolarabsprengungen eine exakte Zuordnung in das betreffende Durchbruchsstadium verhindern (vgl. Tab.19 Code 6 und 16).

Ein Zahn gilt als vollständig durchgebrochen, wenn er das Durchbruchsstadium 8 erhält. Das Durchbruchsstadium 8 ist erreicht, wenn die gedachte Verbindungslinie zwischen dem mesialen und distalen Rand des Alveolarknochens mehr als 1 mm unterhalb der Schmelzunterkannte des Zahnes liegt (vgl. Tab.20). Erhält ein Zahn das Durchbruchsstadium 3.3 bis 7, gilt er als „Zahn im Durchbruch“.

Einen Überblick über deren Verteilung zeigt Tabelle 26. Milchzähne und Dauerzähne werden dabei einmal voneinander getrennt und einmal gemeinsam betrachtet.

Tab.26: Verteilung der vorhandenen Milch- und Dauerzähne

	Milchzähne		Dauerzähne		Milchzähne + Dauerzähne	
	n	%	n	%	n	%
Zahn vollständig durchgebrochen	303	72,5	792	52,6	1095	57
Zahn im Durchbruch	36	8,6	59	3,9	95	4,9
Zahnkeim	40	9,6	575	38,3	615	32
aufgrund von Alveolarknochenabsprengungen war kein Durchbruchsstadium ermittelbar	5	1,2	5	0,3	10	0,5
Zahn isoliert (Einzelzahn)	34	8,1	74	4,9	108	5,6
vorhandene Zähne gesamt	418	100,0	1505	100,0	1923	100,0

Es zeigt sich, dass von den insgesamt 1923 vorhanden Zähnen, 1095 (57 %) vollständig durchgebrochene Zähne, 94 (4,9 %) durchbrechende Zähne, 616 (32 %) Zahnkeime und 108 (5,6 %) isolierte Zähne für die Untersuchung zur Verfügung stehen.

In den Tabellen 27 und 28 erfolgt die Aufteilung der vorhandenen Milch- und Dauerzähne im Gebiss. Die insgesamt 418 Milchzähne bestehen aus 158 Oberkiefer- und 260 Unterkieferzähnen (Tab.27).

Die 1505 Dauerzähne verteilen sich auf 664 Oberkiefer- und 841 Unterkieferzähne (Tab.28).

Tab.27: Verteilung der vorhandenen Milchzähne im Gebiss

Zahn	Oberkieferzähne		Unterkieferzähne		Zähne gesamt	
	n	%	n	%	n	%
Incisivus 1	35	8,4	28	6,7	63	15,1
Incisivus 2	32	7,7	36	8,6	68	16,3
Caninus	29	6,9	51	12,2	80	19,1
Molar 1	32	7,7	69	16,5	101	24,2
Molar 2	30	7,2	76	18,2	106	25,3
gesamt	158	37,8	260	62,2	418	100,0

Tab.28: Verteilung der vorhandenen Dauerzähne im Gebiss

Zahn	Oberkieferzähne		Unterkieferzähne		Zähne gesamt	
	n	%	n	%	n	%
Incisivus 1	73	4,9	106	7,0	179	11,9
Incisivus 2	77	5,1	110	7,3	187	12,4
Caninus	100	6,6	117	7,8	217	14,4
Prämolar 1	96	6,4	112	7,4	208	13,8
Prämolar 2	95	6,3	113	7,5	208	13,8
Molar 1	105	7,0	132	8,8	237	15,8
Molar 2	74	4,9	105	7,0	179	11,9
Molar 3	44	2,9	46	3,1	90	6,0
gesamt	664	44,1	841	55,9	1505	100,0

5.1.2 Verteilung der „Durchbruchs-“ und „Mineralisationszähne“

„Durchbruchszähne“ in den Gebissquadranten

Tabelle 29 zeigt die Verteilung aller Milchzähne, für die ein Durchbruchscore ermittelt werden kann. Die Milchzähne werden getrennt nach den 4 Gebissquadranten und nach Ober- und Unterkiefer aufgeführt.

Wie dieser Tabelle zu entnehmen ist, sind im Unterkiefer (n = 240; 63,3 %) deutlich mehr Milchzähne bestimmbar als im Oberkiefer (n = 139; 36,7 %). Innerhalb der beiden Quadranten eines Kiefers sind die Milchzähne in etwa gleichmäßig verteilt.

Weiterhin kann festgestellt werden, dass sich die Milchzähne im Bezug zu ihren Zahngruppen nicht gleichmäßig verteilen. Vielmehr nimmt die Zahnanzahl von den 2. Milchmolaren (m 2) bis zu den 1. Milchschnidezähnen (i 1) kontinuierlich ab. Dies gilt bis auf einige wenige

Ausnahmen sowohl für Ober- und Unterkiefer als auch für die 4 Milchgebissquadranten. Die Prozentangaben für Tabelle 29 und die der folgenden Tabellen beziehen sich auf die gesamt Anzahl n der Spalte „Zähne gesamt“.

Tab.29: Durchbruchsmilchzähne im Milchgebiss

Zahn	Zähne gesamt		Oberkieferzähne						Unterkieferzähne					
			Q5		Q6		gesamt		Q7		Q8		gesamt	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
i 1	54	14,2	24	6,3	7	1,8	31	8,2	11	2,9	12	3,2	23	6,1
i 2	61	16,1	23	6,1	6	1,6	29	7,7	17	4,5	15	4,0	32	8,4
c	74	19,5	13	3,4	13	3,4	26	6,9	27	7,1	21	5,5	48	12,7
m 1	92	24,3	8	2,1	20	5,3	28	7,4	32	8,4	32	8,4	64	16,9
m 2	98	25,9	7	1,8	18	4,7	25	6,6	39	10,3	34	9,0	73	19,3
ges.	379	100,0	75	19,8	64	16,9	139	36,7	126	33,2	114	30,1	240	63,3

Q5 – Q8 = Quadranten im Milchgebiss

Tabelle 30 zeigt die Verteilung aller bleibenden Zähne für die ein Durchbruchsstadium ermittelt werden kann. Die bleibenden Zähne werden wie zuvor getrennt nach Ober- und Unterkiefer sowie nach den 4 Gebissquadranten aufgeführt. Auch bei den bleibenden Zähnen sind beim Unterkiefer (n = 821; 57,6 %) deutlich mehr Zähne bestimmbar als im Oberkiefer (n = 807; 44,6 %).

Innerhalb der Quadranten eines Kiefers ist wiederum eine relative Gleichverteilung der Zähne festzustellen. Im Gegensatz zu den Milchzähnen ist bei den bleibenden Zähnen eine in etwa gleiche Aufteilung auf die Zahngruppen feststellbar. Eine Ausnahme bildet der 3. bleibende Molar (M 3). Er liegt pro Quadrant mit n = 20 Zähne bis n = 25 Zähne deutlich unter den Zahnzahlen der anderen Zähne.

Tab.30: Durchbruchszähne im bleibenden Gebiss

Zahn	Zähne gesamt		Oberkieferzähne						Unterkieferzähne					
			Q1		Q2		gesamt		Q3		Q4		gesamt	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
I 1	169	11,9	34	2,4	29	2,0	63	4,4	54	3,8	52	3,6	106	7,4
I 2	173	12,1	36	2,5	31	2,2	67	4,7	57	4,0	49	3,4	106	7,4
C	202	14,2	49	3,4	41	2,9	90	6,3	61	4,3	51	3,6	112	7,9
P 1	202	14,2	48	3,4	44	3,1	92	6,5	58	4,1	52	3,6	110	7,7
P 2	196	13,7	43	3,0	43	3,0	86	6,0	59	4,1	51	3,6	110	7,7
M 1	223	15,6	51	3,6	43	3,0	94	6,6	68	4,8	61	4,3	129	9,0
M 2	172	12,1	37	2,6	32	2,2	69	4,8	55	3,9	48	3,4	103	7,2
M 3	89	6,2	22	1,5	22	1,5	44	3,1	25	1,8	20	1,4	45	3,2
ges.	1426	100	320	22,4	285	20,0	605	42,4	437	30,6	384	26,9	821	57,6

Q1 – Q4 = Quadranten im bleibenden Gebiss

Häufigkeiten der vergebenen Durchbruchsstadien

Insgesamt konnten bei 418 Milchzähnen 379 Durchbruchsstadien vergeben werden. Davon standen 303 (79,9 %) Milchzähne in der Okklusionsebene und galten als vollständig durchgebrochen (Durchbruchsstadium 8). Es konnten 36 (9,5 %) durchbrechende (Durchbruchsstadium 3.3 bis 7) und 40 (10,6 %) im Knochen ruhende Zahnkeime (Durchbruchsstadium 1 bis 3.2) bestimmt werden. Bei 39 Zähnen war das Durchbruchsstadium nicht beurteilbar. Diese setzen sich aus 34 Einzelzähnen und 5 Zähnen, bei denen aufgrund der Alveolarwandabsprengung kein exaktes Durchbruchsstadium bestimmt werden konnte, zusammen.

Es konnten bei 1505 Dauerzähnen 1426 Durchbruchscodes vergeben werden. Davon standen 792 (52,6 %) Dauerzähne in der Okklusionsebene und galten als vollständig durchgebrochen (Durchbruchsstadium 8). Es konnten 59 (3,9 %) durchbrechende (Durchbruchsstadium 3.3 bis 7) und 577 (38,3 %) im Knochen ruhende Zahnkeime (Durchbruchsstadium 1 bis 3.2) bestimmt werden (vgl. Tab.20). Bei 79 Zähnen war das Durchbruchsstadium nicht beurteilbar. Diese setzen sich aus 74 isolierten Zähnen und 5 Zähnen zusammen, bei denen aufgrund der Alveolarwandabsprengung kein exaktes Durchbruchsstadium bestimmt werden konnte.

„Mineralisationszähne“ in den Gebissquadranten

Die Tabellen 31 und 32 zeigen die Verteilung der Milchzähne und der bleibenden Zähne, bei denen ein Mineralisationsstadium ermittelt werden konnte. Wie in den Tabellen 29 und 30 erfolgte wiederum eine Aufteilung der Zähne nach Ober- bzw. Unterkiefer und nach den 4 Gebissquadranten. Wie schon in den beiden oben genannten Tabellen, ist auch hier wieder eine Ungleichverteilung der Zähne mit einer größeren Zahnzahl im Unterkiefer feststellbar.

Tab.31: „Mineralisationsmilchzähne“ im Milchgebiss

Zahn	Zähne gesamt		Oberkieferzähne						Unterkieferzähne					
			Q5		Q6		gesamt		Q7		Q8		gesamt	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
i 1	56	15,2	16	4,3	12	3,3	28	7,6	14	3,8	14	3,8	28	7,6
i 2	59	16,0	16	4,3	7	1,9	23	6,3	19	5,2	17	4,6	36	9,8
c 1	69	18,8	14	3,8	9	2,4	23	6,3	25	6,8	21	5,7	46	12,5
m 1	89	24,2	11	3,0	15	4,1	26	7,1	30	8,2	33	9,0	63	17,1
m 2	95	25,8	8	2,2	14	3,8	22	6,0	38	10,3	35	9,5	73	19,8
ges.	368	100,0	65	17,7	57	15,5	122	33,2	126	34,2	120	32,6	246	66,8

Q5 – Q8 = Quadranten im Milchgebiss

Bei den Milchzähnen können dem ersten und dem zweiten Milchmolaren die meisten Mineralisationsstadien zugeordnet werden. Die Verteilung der „Mineralisationsmilchzähne“ innerhalb der 4 Milchgebissquadranten (Q5-Q8) lässt kein klares Verteilungsmuster erkennen. Für den Unterkiefer bestätigt sich jedoch das Verteilungsmuster von Tabelle 29 und die Bestimmbarkeit der Zähne nimmt von i 1 (7,6 %) zu m 2 (19,8 %) zu.

Bei den Dauerzähnen (Tab.32) ist der erste bleibende Molar der Zahn, dem die meisten (14,9 %) und der dritte bleibende Molar der Zahn, dem die wenigsten (10,2 %) Mineralisationsstadien zugeordnet werden können. Innerhalb der Quadranten eines Kiefers sind die bleibenden Zähne in etwa gleichmäßig verteilt, wobei die Regio Molares tendenziell besser erhalten ist als die Frontzahnregion.

Tab.32: „Mineralisationszähne“ im bleibenden Gebiss

Zahn	Zähne gesamt		Oberkieferzähne						Unterkieferzähne					
			Q1		Q2		gesamt		Q3		Q4		gesamt	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
I 1	182	11,6	36	2,3	38	2,4	74	4,7	58	3,7	50	3,2	108	6,9
I 2	177	11,3	39	2,5	34	2,2	73	4,7	52	3,3	52	3,3	104	6,6
C	210	13,4	50	3,2	42	2,7	92	5,9	66	4,2	52	3,3	118	7,5
P 1	212	13,5	51	3,3	43	2,7	94	6,0	62	4,0	56	3,6	118	7,5
P 2	210	13,4	51	3,3	44	2,8	95	6,1	61	3,9	54	3,4	115	7,3
M 1	233	14,9	53	3,4	48	3,1	101	6,4	69	4,4	63	4,0	132	8,4
M 2	184	11,7	39	2,5	32	2,0	71	4,5	60	3,8	53	3,4	113	7,2
M 3	160	10,2	40	2,6	25	1,6	65	4,1	48	3,1	47	3,0	95	6,1
ges.	1568	100,0	359	22,9	306	19,5	665	42,4	476	30,4	427	27,2	903	57,6

Q1 – Q4 = Quadranten im bleibenden Gebiss

Häufigkeiten der vergebenen Mineralisationsstadien und Milchzahnresorptionsstadien

Der Entwicklungsstand der Milchzähne wurde hinsichtlich Mineralisation und Resorption getrennt betrachtet.

Die am häufigsten und am seltensten vergebenen Mineralisationsstadien sind das Stadium 11 (n = 149; 34,3 %) und die Stadien 1, 2, 3 (jeweils nur einmal vergeben).

Die Resorptionsstadien R1 und R2 waren mit 26 (35,6 %) und mit 38 (52 %) am meisten vorhanden. Dagegen konnte der Resorptionscode R4 nur einmal vergeben werden.

Bei den Dauerzähnen wurde der Code 11 mit 791 (50,4 %) am häufigsten und der Code 3 mit nur 10 (0,6 %) am seltensten vergeben.

Bestimmbare „Durchbruchs-“ bzw. „Mineralisationszähne“

Die Tabelle 33 zeigt die Anzahl der vorhandenen „Durchbruchs-“ bzw. „Mineralisationszähne“. Hierzu werden von der Gesamtanzahl der vergebenen Durchbruchsstadien, sowohl für Milchzähne als auch für Dauerzähne, die Anzahl der vergebenen Stadien 1 und 3.3 abgezogen, da bei diesen laut Definition (vgl. Tab.20) kein Zahn vorhanden ist. Bei der Gesamtanzahl der vergebenen Mineralisationsstadien der Milchzähne und der Dauerzähne werden die Stadien 1 und 2 subtrahiert, da auch hier laut Definition (vgl. Tab.21a) kein Zahn vorhanden ist. Dabei wird sowohl für den Durchbruch als auch für die Mineralisation in Milchzähne, bleibende Zähne und Zähne insgesamt unterschieden. Die Prozentangaben beziehen sich jeweils auf die fett angegebene Anzahl *n* der vorhandenen Zähne.

Es sind insgesamt 367 (87,8 %) „Mineralisationsmilchzähne“ und 378 (90,4 %) „Durchbruchsmilchzähne“ im Gräberfeld vorhanden. Bei den bleibenden Zähnen sind mit 1408 (93,6 %) „Mineralisationszähnen“ zu nur 1033 (68,6 %) „Durchbruchszähnen“ erstere deutlich öfter vorhanden. Der prozentuale Anteil der bestimmbaren Zähne ist sowohl für den Durchbruch als auch für die Mineralisation bei den bleibenden Zähnen deutlich höher als bei den Milchzähnen.

Tab.33: Bestimmbare „Durchbruchs-“ und „Mineralisationszähne“

	Anzahl	
	n	%
vorhandene Milchzähne	418	100,0
bestimmbare „Durchbruchsmilchzähne“	378	90,4
bestimmbare „Mineralisationsmilchzähne“	367	87,8
vorhandene bleibende Zähne	1505	100,0
bestimmbare bleibende „Durchbruchszähne“	1033	68,6
bestimmbare bleibende „Mineralisationszähne“	1408	93,6
vorhandene Zähne gesamt	1923	100,0
bestimmbare „Durchbruchszähne“ gesamt	1411	73,4
bestimmbare „Mineralisationszähne“ gesamt	1775	92,3

5.2 Altersschätzung

In diesem Abschnitt erfolgt die Altersschätzung der 142 Individuen getrennt nach deren Erhaltungszustandsgruppen (vgl. Methode 4.2.7) mit der Methode nach Ubelaker (1978). Die Individuen der Altersgruppe Juvenil-Frühadult werden nach der Methode von Moorrees et al. (1963) nochmals altersbestimmt. Im Anschluss erfolgt die Aufteilung der Individuen in verschiedene Jahresklassen.

5.2.1 Zahnaltersschätzung aller untersuchten Individuen

Tabelle 34 zeigt die Alter der 142 Individuen nach den beschriebenen Erhaltungszustandsgruppen (vgl. Methode 4.2.7). Die Altersangaben entsprechen dabei immer den bei Ubelaker (1978) angegebenen Mittelwerten. Zusätzlich sind die jeweiligen Altersspannen bei Ubelaker (1978) angegeben (vgl. Abb.8).

Tab.34: Zahnalter aller 142 Individuen nach Ubelaker (1978)

Lfd. Nr.	DB- Alter	MIN- Alter	DB- & MIN- Alter	Individual - alter	Lfd. Nr.	DB- Alter	MIN- Alter	DB- & MIN- Alter	Individual - alter
Gruppe 1: sehr gut erhaltene Individuen									
1	4	4	4	4	10	15 <	15 <	15 <	15 <
2	4	4	4	4	11	21 >	21 >	21 >	21 >
3	4	4	4	4	12	21 <	21 <	21 <	21 <
4	4	4	4	4	13	21 >	21 >	21 >	21 >
5	4	4	4	4	14	21 >	21 >	21 >	21 >
6	6	5	5	5	15	21 <	21 <	21 <	21 <
7	6	5	6	< 6	16	21 <	21 <	21 <	21 <
8	9	9	9	9	17	21 >	21 >	21 >	21 >
9	15	15-21	15	15 >	18	21 <	21 <	21 <	21 <
Gruppe 2: gut erhaltene Individuen									
19	0,5	0-0,5	0-0,5	< 0,5	32	15 <	15 <	15 <	15 <
20	1,5	1,5	1,5	1,5	33	15	15-21	15-21	15 >
21	3-5	3	3	3 >	34	15 <	15 <	15 <	15 <
22	3	3	3	3	35	15 <	15 <	15 <	15 <
23	3-5	4	4	4	36	15 <	15 <	15 <	15 <
24	4-5	5	4-5	< 5	37	21 <	21 <	21 <	21 <
25	5	5	5	5	38	21	15-21	15-21	< 21
26	5	5	5	5	39	21 >	21 >	21 >	21 >
27	8	7	8	< 8	40	21 >	21 >	21 >	21 >
28	8	8	8	8	41	21 <	21 <	21 <	21 <
29	12-15	12	12	12 >	42	21 >	21 >	21 >	21 >
30	15	15	15	15	43	21 >	21 >	21 >	21 >
31	15	15	15	15					

Lfd. Nr.	DB- Alter	MIN- Alter	DB- & MIN- Alter	Individual - alter	Lfd. Nr.	DB- Alter	MIN- Alter	DB- & MIN- Alter	Individual - Alter
Gruppe 3: schlecht erhaltene Individuen									
44	0,75	0,5	0,5-0,75	0,5 >	94	9	9	9	9
45	eZ	0-0,5		< 0,5	95	eZ	9		9
46	0,5	0-0,5	0,5	< 0,5	96	9-10	9	9	9 >
47	0,75-1	0,75	0,75	0,75 >	97	eZ	10 <		10 <
48	0,5-0,75	0,75	0,75	< 0,75	98	eZ	10 <		10 <
49	0,5-1	0,5-0,75	0,75	< 0,75	99	eZ	9-10		< 10
50	0-0,5	0,75	0,75	< 0,75	100	eZ	10 <		10 <
51	0,75	1	0,75-1	< 1	101	eZ	11 <		11 <
52	1	0,5-1	1	< 1	102	12	12	12	12
53	0,75-1	0,75-1	0,75-1	< 1	103	eZ	11-12		< 12
54	eZ	0,75-1,5		1	104	eZ	12 <		12 <
55	1,5	1,5	1,5	1,5	105	12	12	12	12
56	1,5	1,5	1,5	1,5	106	eZ	12 <		12 <
57	1	1,5	1,5	< 1,5	107	12	11-12	12	< 12
58	1,5-2	2	2	< 2	108	15 >	15 >	15 >	15 >
59	2	2	2	2	109	15 <	15 <	15 <	15 <
60	2-6	2	2	2 >	110	15 >	15 >	15 >	15 >
61	3-5	3	3	3 >	111	15	15	15	15
62	3-5	3	3-5	3 >	112	15 <	15 <	15 <	15 <
63	eZ	2-4		3	113	12 <	15 <	15 <	15 <
64	2	3	3	< 3	114	eZ	15 <		15 <
65	3-6	3	3	3 >	115	15 <	15 <	15 <	15 <
66	3-5	3	3	3 >	116	15	15 > 21	15 > 21	15 >
67	3	3	3	3	117	15	15 > 21	15 > 21	15 >
68	3-6	3	3	3 >	118	eZ	15 <		15 <
69	3-4	3	3	3 >	119	eZ	15 <		15 <
70	4-6	4	4	4 >	120	eZ	15 <		15 <
71	4	4	4	4	121	eZ	15 <		15 <
72	5	4	4-5	4 >	122	15	15	15	15
73	3-5	4	4	4	123	15 <	15 <	15 <	15 <
74	3-5	4	4	4	124	eZ	15 <		15 <
75	3-5	5	5	< 5	125	21 >	21 >	21 >	21 >
76	4-5	5	5	< 5	126	21 >	21 >	21 >	21 >
77	3-5	5	5	< 5	127	21 >	21 >	21 >	21 >
78	6	5	5	5 >	128	21 >	15-21	15-21	< 21
79	4-5	5	5	< 5	129	21 >	15-21	15-21	< 21
80	eZ	5-6		< 6	130	21 >	21 >	21 >	21 >
81	eZ	6		6	131	21 >	15-21	15-21	< 21
82	6	6	6	6	132	21 >	21 >	21 >	21 >
83	6	6	6	6	133	21 <	21 <	21 <	21 <
84	7-9	7	7	7 >	134	21 <	21 <	21 <	21 <
85	7-10	6-7	7	< 7	135	21 >	21 >	21 >	21 >
86	7-9	6-8	7	7 >	136	21 >	21 >	21 >	21 >
87	7	7	7	7	137	21 >	21 >	21 >	21 >
88	7-10	8	8	8 >	138	21 >	21 >	21 >	21 >
89	8-9	8	8	8 >	139	21 >	21 >	21 >	21 >
90	8-9	8	8-9	8 >	140	21 <	21 <	21 <	21 <
91	eZ	8		8	141	21 <	21 <	21 <	21 <
92	7-9	8	8	8	142	21 >	21 >	21 >	21 >
3	eZ	7-8		< 8					

Die Abbildung 14 zeigt die Altersverteilung aller 142 Individuen in einem Diagramm. Dabei wird deutlich, dass eine schiefe Verteilung vorliegt. Der Median liegt bei 9,5 Jahren und der Mittelwert bei 10,7 Jahren.

In der Abbildung 15 wird die Altersverteilung innerhalb der 3 Altersgruppen dargestellt. Dabei liegt der Median der Altersgruppe Infans 1 bei 3 Jahren und in der Altersgruppe Infans 2 bei 9 Jahren. In der Altersgruppe Juvenil bis Fröhadult findet sich der Median bei 21 Jahren und liegt somit am äußeren Rand des Boxplots. Diese eigentümliche Medianverschiebung ist der Tatsache geschuldet, dass in dieser Altersgruppe mit der Methode von Ubelaker (1978) nur zwei Alterswerte ermittelt werden können (15 oder 21 Jahre). Zusammenfassend betrachtet, liegt auch innerhalb der 3 Altersgruppen eine schiefe Verteilung vor.

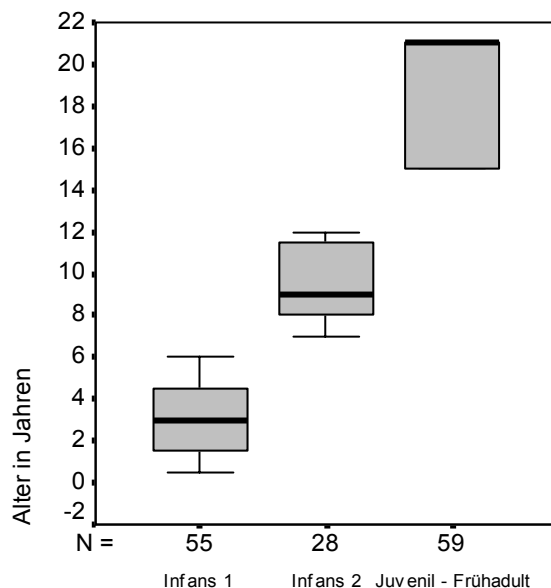


Abb.14: Altersverteilung der 142 Individuen

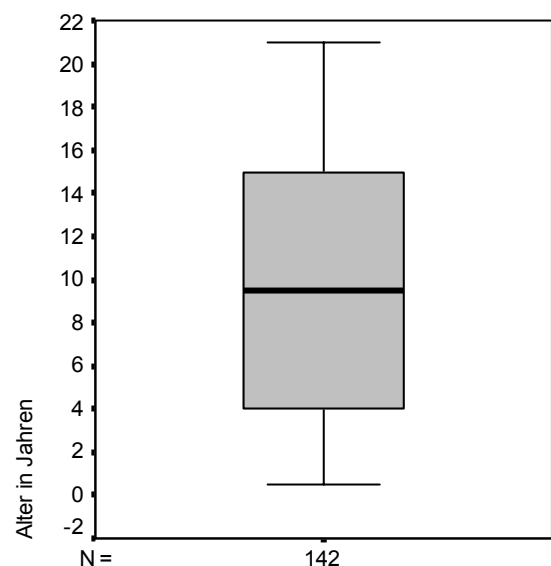


Abb.15: Altersverteilung innerhalb der Altersgruppen

Zahnaltersschätzung der Gruppe Juvenil-Fröhadult

Von den insgesamt 59 Individuen der Gruppe Juvenil-Fröhadult besitzen 51 mindestens einen Weisheitszahn. Bei 27 Individuen sind diese jedoch nur im Oberkiefer vorhanden. Somit können letztlich 24 Individuen mit der Methode von Moorrees et al. (1963) altersgeschätzt werden (Tab. 35). Dies entspricht 40,6 % der Gruppe Juvenil-Fröhadult. Es werden für jedes Individuum die nach Ubelaker (1978) geschätzten „Individualalter“ (Mittelwert) und die nach Moorrees et al. (1963) ermittelten „Mineralisationsalter“ (Mittelwert) angegeben.

Wie bereits in Kapitel 4.2.7 beschrieben, wird zu dem angegebenen mittleren Altern die dazugehörige untere (der Jungen) bzw. obere (der Mädchen) doppelte Standardabweichung nach Moorrees et al. (1963) angegeben.

Tab.35: Alter der Gruppe Juvenil-Frühadulten nach Moorrees et al. (1963)

Laufende Nummer	Individualalter nach Ubelaker (1978)	Alter nach Moorrees et al. (1963) in Jahren		
		- 2s ♂	Mittelwerte	+ 2s ♀
30	15	12,0	14,7	18,2
31	15	12,0	14,7	18,2
122	15	12,0	14,7	18,2
9	15>	12,3	15,3	19,2
33	15>	12,3	15,3	19,2
38	<21	12,3	15,3	19,2
131	<21	13,5	16,9	21,5
123	21>	14,7	18,2	22,3
11	21>	16,3	20,0	25,1
126	21>	16,3	20,0	25,1
13	21>	16,3	20,0	25,1
130	21>	16,3	20,0	25,1
39	21>	16,3	20,0	25,1
40	21>	16,3	20,0	25,1
42	21>	16,3	20,0	25,1
17	21>	16,3	20,0	25,1
43	21>	16,3	20,0	25,1
138	21>	16,3	20,0	25,1
142	21>	16,3	20,0	25,1
133	21<	16,3	20,0	25,1
104	21<	16,3	20,0	25,1
16	21<	16,3	20,0	25,1
37	21<	16,3	20,0	25,1
18	21<	16,3	20,0	25,1

In Tabelle 35 zeigt sich, dass zumindest bei den ersten 8 Individuen eine weitere Unterteilung möglich ist. Dies entspricht ausgehend von 59 Individuen der Gruppe Juvenil-Frühadult 13,5 %. Das nach Ubelaker (1978) geschätzte Alter von 15 Jahren schwankt bei Berücksichtigung des mittleren Alters nach Moorrees et al. (1963) zwischen 14,7 und 15,3 Jahren und für die 21-jährigen zwischen 15,3 und 20 Jahren.

5.2.2 Anzahl der Individuen in Altersklassen

Anzahl der Individuen in den nach Ubelaker (1978) bestimmten Altersklassen

Tabelle 36 zeigt die Verteilung der Individuen in den nach Ubelaker (1978) angegebenen Altern (x = Mittelwert). Zusätzlich werden die Zahnanzahlen der vorhandenen Milchzähne, der vorhandenen Dauerzähne und die Summe aus beiden zusammen für die jeweilige Altersgruppe dargestellt.

Für die Milchzähne ist festzuhalten, dass sie sich hauptsächlich auf die Altersgruppen 3 Jahre, 4 Jahre und 5 Jahre verteilen (61,3 %). Bei den bleibenden Zähne fällt auf, dass in den Altersgruppen der 4- und 5-jährigen sowie in denen der 15- und 21-jährigen, die meisten Zähne ($n = 1109$; 73,6 %) zugeordnet werden können. Diese Verteilung der Zähne muss natürlich immer im Zusammenhang mit der Anzahl der Individuen gesehen werden. Je mehr Individuen in einer Altersgruppe vorhanden sind, desto mehr Zähne können vorhanden sein. Die Prozentangaben beziehen sich jeweils auf die gesamte Anzahl n der entsprechenden Spalte.

Tab.36: Verteilung der Individuen und der vorhandenen Zähne in den Altersklassen nach Ubelaker (1978)

Alter (nach Ubelaker) in Jahren (x)	Individuenanzahl		Anzahl der vorhandenen Milchzähne		Anzahl der vorhandenen bleibenden Zähne		Anzahl der Zähne gesamt	
	n	%	n	%	n	%	n	%
0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
0,5	4	2,8	23	5,5	2	0,1	25	1,3
0,75	4	2,8	19	4,5	4	0,3	23	1,2
1	4	2,8	14	3,3	6	0,4	20	1,0
1,5	4	2,8	22	5,3	20	1,3	42	2,2
2	3	2,1	18	4,3	28	1,9	46	2,4
3	11	7,7	61	14,6	97	6,4	158	8,2
4	11	7,7	112	26,8	187	12,4	299	15,5
5	9	6,3	83	19,9	138	9,2	221	11,5
6	5	3,5	20	4,8	44	2,9	64	3,3
7	4	2,8	10	2,4	23	1,5	33	1,7
8	8	5,6	18	4,3	66	4,4	84	4,4
9	4	2,8	18	4,3	47	3,1	65	3,4
10	4	2,8	0	0,0	4	0,3	4	0,2
11	1	0,7	0	0,0	5	0,3	5	0,3
12	7	4,9	0	0,0	50	3,3	50	2,6
15	26	18,3	0	0,0	277	18,4	277	14,4
21	33	23,2	0	0,0	507	33,7	507	26,4
gesamt	142	100,0	418	100,0	1505	100,0	1923	100,0

Verteilung der Individuen in 1-, 2-, 4- und 6-Jahresklassen

In Tabelle 37 wird die Individuenanzahl der 83 Individuen der Altersgruppen Infans 1 und Infans 2 in unterschiedlichen Altersklassen dargestellt. Grundlage der Einteilung bilden die geschätzten Alter (Mittelwert = x) der Individuen nach der Methode von Ubelaker (1978). Es wird zunächst eine Aufteilung in 1-Jahres-, 2-Jahres- und 4-Jahresklassen vorgenommen (vgl. Methode 4.2.7).

Tab.37: Anzahl der Individuen in verschiedenen Jahresklassen

Altersklassen nach Ubelaker (1979)			1-Jahresklassen			2-Jahresklassen			4-Jahresklassen		
Alter in Jahren (x)	Individuen-anzahl		Jahres-klasse	Individuen-anzahl		Jahres-klasse	Individuen-anzahl		Jahres-klasse	Individuen-anzahl	
	n	%		n	%		n	%		n	%
0	0	0,0	0	0	0	2	19	22,9	4	41	49,4
0,5	4	4,8	1	12	14,5						
0,75	4	4,8									
1	4	4,8									
1,5	4	4,8									
2	3	3,6	2	7	8,4	4	22	26,5	8	26	31,3
3	11	13,3	3	11	13,3						
4	11	13,3	4	11	13,3						
5	9	10,8	5	9	10,8	6	14	16,9	8	16	19,3
6	5	6,0	6	5	6,0						
7	4	4,8	7	4	4,8	8	12	14,5			
8	8	9,6	8	8	9,6						
9	4	4,8	9	4	4,8	10	8	9,6			
10	4	4,8	10	4	4,8						
11	1	1,2	11	1	1,2	12	8	9,6			
12	7	8,4	12	7	8,4						
gesamt	83	100	gesamt	83	100	gesamt	83	100	gesamt	83	100,0

Auf eine Aufteilung in 6-Jahresklassen wird an dieser Stelle verzichtet, da diese der Einteilung in Infans 1 sowie Infans 2 entspricht. Die Verteilung der Individuen in diesen Altersklassen zeigt Tabelle 38 auf der nachfolgenden Seite.

5.3 Deskriptive Statistik (2)

Im diesem Ergebnisteil bildet das geschätzte Alter die Grundlage für weitere allgemeine Aussagen bezüglich des Erhaltungszustandes des Materials.

5.3.1 Verteilung der vorhandenen Zähne unter Einbeziehung der ermittelten Altersangaben

Wie bereits in Kapitel 5.1.1 beschrieben, liegen von den 142 Individuen insgesamt 1923 Zähne vor. Diese lassen sich in 418 Milchzähne und 1505 Dauerzähne unterteilen. Die Verteilung der Zähne in den unterschiedlichen Altersgruppen zeigt Tabelle 38. Diese werden getrennt nach Milchzähnen und bleibenden Zähnen sowie zusammen (Milchzähne und bleibende Zähne) aufgeführt. Es zeigt sich, dass der Altersgruppe Infans 1 knapp die Hälfte der vorhandenen Zähne zukommen ($n = 898$; 46,7 %). Auf die Altersgruppe Infans 2 fallen 12,5 % und auf die juvenil bis frühadulten Individuen 40,8 % der Zähne.

Tab.38: Verteilung der 1923 Zähne nach Dentitionstypen in den verschiedenen Altersgruppen

Altersgruppe	Individuen		Milchzähne		Dauerzähne		gesamt	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Infans 1	55	38,7	372	89,0	526	35,0	898	46,7
Infans 2	28	19,7	46	11,0	195	13,0	241	12,5
Juv.- Fad.	59	41,5	0	0,0	784	52,1	784	40,8
gesamt	142	100,0	418	100,0	1505	100,0	1923	100,0

5.3.2 Intravitale und postmortale Zahnverluste

Intravitale Zahnverluste

Tabelle 39 zeigt die Verteilung der intravitalen Milchzahnverluste in den drei Altersgruppen nach den in Punkt 4.2.4 aufgeführten Kriterien. Die Prozentangaben beziehen sich auf die gesamt Anzahl n der vorhandenen Milchzähne. Bezogen auf die Gesamtanzahl von 418 vorhandenen Milchzähnen kann bei 18 Zähnen ein intravitaler Zahnverlust festgestellt werden; das entspricht einem prozentualen Anteil von 4,3 %. Dabei sind in der Infans 2 Gruppe mit 12 Zähnen doppelt so viel Zähne verloren wie in der Infans 1 Gruppe.

Tab.39: Intravitale Milchzahnverluste nach Altersgruppen

Altersgruppe	Individuenanzahl n	Anzahl der vorhanden Milchzähne		Intravitale Zahnverluste	
		n	%	n	%
Infans 1	55	372	89,0	6	1,4
Infans 2	28	46	11,0	12	2,9
Juv.- Fad.	59	0	0,0	0	0,0
gesamt	142	418	100,0	18	4,3

Bei den bleibenden Zähnen können lediglich 9 intravitale Zahnverluste (0,6 %) in der Gruppe Juvenil- Fröhadult festgestellt werden.

Tabelle 40 zeigt die Aufteilung der intravitalen Zahnverluste der Milchzähne auf die 3 Altersgruppen (Infans 1, Infans 2, Juvenil-Fröhadult). In der Altersgruppe Infans 1 gibt es bei den Milchschnidezähnen keine Zahnverluste. Am häufigsten geht der erste Milchmolar mit 33,3 % intravital verloren.

Im Gegensatz dazu zeigt sich in der Altergruppe Infans 2 - bezogen auf die Milchzähne - eine relative Gleichverteilung der intravitalen Zahnverluste.

Tab.40: Intravitale Milchzahnverluste der einzelnen Zähne (i 1- m 2) nach Altersgruppen

Zahn	Altersgruppe						Zähne gesamt	
	Infans 1		Infans 2		Juv.- Fad.			
	n	%	n	%	n	%	n	%
i 1	0	0,0	3	16,7	0	0	3	16,7
i 2	0	0,0	3	16,7	0	0	3	16,7
c	1	5,6	1	5,6	0	0	2	11,1
m 1	3	16,7	3	16,7	0	0	6	33,3
m 2	2	11,1	2	11,1	0	0	4	22,2
gesamt	6	33,3	12	66,7	0	0	18	100,0

Bei den bleibenden Zähnen fällt auf, dass der 1. bleibende Molar mit 44,4 % ,bezogen auf die insgesamt 9 intravital verloren gegangenen Zähne, der am häufigsten verlorene Zahn ist.

Postmortale Zahnverluste

Die Tabellen 41 und 42 zeigen die Verteilungen der postmortalen Zahnverluste nach den in Punkt 4.2.4 aufgeführten Kriterien für Milch- und bleibende Zähne, bezogen auf die jeweils vorhandene Gesamtanzahl der Zähne. Es zeigt sich, dass 165 Milchzähne und 232 bleibende Zähne post mortem verloren gegangen sind. Betrachtet man den prozentualen Anteil dieser Zähne an den jeweils vorhandenen Milch- und bleibenden Zähnen, dann zeigt sich, dass fast 40 % der Milchzähne, aber nur 15 % der bleibenden Zähne post mortem verloren gegangen sind.

Tab.41: Postmortale Milchzahnverluste nach Altersgruppen

Altersgruppe	Individuenanzahl n	Anzahl der vorhanden Milchzähne		Postmortale Zahnverluste	
		n	%	n	%
Infans 1	55	372	89,0	143	34,2
Infans 2	28	46	11,0	22	5,3
Juv.- Fad.	59	0	0,0	0	0,0
gesamt	142	418	100,0	165	39,5

Tab.42: Postmortale Dauerzahnverluste nach Altersgruppen

Altersgruppe	Individuenanzahl	Anzahl der vorhanden Dauerzähne		Postmortale Zahnverluste	
	n	n	%	n	%
Infans 1	55	526	35,0	37	2,5
Infans 2	28	195	13,0	35	2,3
Juv.- Fad.	59	784	52,1	160	10,6
gesamt	142	1505	100,0	232	15,4

Die beiden folgenden Tabellen (Tab.43 und 44) zeigen die Verteilung der post mortem verlorenen Zähne nach 3 Altergruppen (Infans 1, Infans 2, Juvenil-Frühadult). Dabei wird in Tabelle 43 der postmortale Milchzahnverlust und in Tabelle 44 der postmortale Verlust der bleibenden Zähne dargestellt. Die Prozentangaben beziehen sich jeweils auf die gesamt Anzahl n der Spalte „Zähne gesamt“. Für Milchzähne als auch für bleibende Zähne gilt, dass der Verlust der Zähne von den Schneidezähnen (ca.30 %) zu den Molaren (ca.5 %) abnimmt.

Tab.43: Postmortale Milchzahnverluste der einzelnen Zähne (i 1- m 2) nach Altersgruppen

Zahn	Altersgruppe						Zähne gesamt	
	Infans 1		Infans 2		Juv.- Fad.			
	n	%	n	%	n	%	n	%
i 1	42	25,5	3	1,8	0	0	45	27,3
i 2	38	23,0	4	2,4	0	0	42	25,5
c	35	21,2	11	6,7	0	0	46	27,9
m 1	13	7,9	3	16,7	0	0	16	9,7
m 2	15	9,1	1	11,1	0	0	16	9,7
gesamt	143	86,7	22	38,7	0	0	165	100,0

Tab.44: Postmortale Dauerzahnverluste der einzelnen Zähne (I 1- M 3) nach Altersgruppen

Zahn	Altersgruppe						Zähne gesamt	
	Infans 1		Infans 2		Juv.- Fad.			
	n	%	n	%	n	%	n	%
I 1	7	3,0	13	5,6	49	21,1	69	29,7
I 2	4	1,7	8	3,4	42	18,1	54	23,3
C	2	0,9	6	2,6	27	11,6	35	15,1
PM 1	0	0,0	4	1,7	13	5,6	17	7,3
PM 2	0	0,0	4	1,7	12	5,2	16	6,9
M 1	12	5,2	0	0,0	2	0,9	14	6,0
M 2	12	5,2	0	0,0	3	1,3	15	6,5
M 3	0	0,0	0	0,0	12	5,2	12	5,2
gesamt	37	15,9	35	15,1	160	69,0	232	100,0

5.4 Erhaltungszustand

Im Ergebnissteil 5.4 werden die intravitalen und postmortalen Zahnverluste ermittelt und nach Altersgruppen, Zähnen in den Zahngruppen, Oberkiefer und Unterkiefer geordnet tabellarisch dargestellt. Anhand der gewonnenen Daten werden die Erhaltungszustände (CDI und CAI) der Milch- und Dauergebisse altersabhängig berechnet. Abschließend erfolgt die Berechnung des Erhaltungszustandes nach dem Schema von Ubelaker (1978)

5.4.1 Anzahl der Milch- und Dauerzähne

Die insgesamt 2347 Zahnorte aller 142 Individuen setzen sich aus 1923 vorhandenen Zähnen, 27 intravitalen (i.v. verl.) Zahnverlusten und 397 postmortalen (p.m.verl.) Zahnverlusten zusammen.

Die beiden folgenden Tabellen (Tab.45 und 46) zeigen die Verteilung der Zähne, die vorhanden sind und jene, die intra vitam (i.v. verl.) und post mortem verloren (p.m. verl.) gegangen sind. Dabei werden die Milch- und Dauerzähne wieder getrennt voneinander betrachtet. Die Summe aus den vorhandenen Zähnen sowie den intra vitam- und post mortem verloren gegangenen Zähnen ergibt die Anzahl der tatsächlich vorhandenen Zahnorte (im folgenden „Zahnort“ genannt).

Tab.45: Intravitale und postmortale Zahnverluste der Milchzähne in den Gebissen

Zahn	Oberkieferzähne				Unterkieferzähne				Zähne gesamt			
	Zahn vorh.	i.v. verl.	p.m. verl.	Zahn-ort	Zahn vorh.	i.v. verl.	p.m. verl.	Zahn-ort	Zahn vorh.	i.v. verl.	p.m. verl.	Zahn-ort
i 1	35	1	5	41	28	2	40	70	63	3	45	111
i 2	32	1	8	41	36	2	34	72	68	3	42	113
c	29	2	18	49	51	0	28	79	80	2	46	128
m 1	32	4	8	44	69	2	8	79	101	6	16	123
m 2	30	4	9	43	76	0	7	83	106	4	16	126
ges.	158	12	48	218	260	6	117	383	418	18	165	601

Zahn vorh. = Zahn vorhanden

i.v. verl. = intra vitam verloren

p.m. verl. = post mortem verloren

Tab.46: Intravitale und postmortale Zahnverluste der Dauerzähne in den Gebissen

Zahn	Oberkieferzähne				Unterkieferzähne				Zähne gesamt			
	Zahn vorh.	i.v. verl.	p.m. verl.	Zahn-ort	Zahn vorh.	i.v. verl.	p.m. verl.	Zahn-ort	Zahn vorh.	i.v. verl.	p.m. verl.	Zahn-ort
I 1	73	0	36	109	106	0	33	139	179	0	69	248
I 2	77	1	29	107	110	0	25	135	187	1	54	242
C	100	0	16	116	117	0	19	136	217	0	35	252
PM 1	96	0	5	101	112	0	12	124	208	0	17	225
PM 2	95	1	5	101	113	1	11	125	208	2	16	226
M 1	105	0	6	111	132	4	8	144	237	4	14	255
M 2	74	0	10	84	105	2	5	112	179	2	15	196
M 3	44	0	5	49	46	0	7	53	90	0	12	102
ges.	664	2	112	778	841	7	120	968	1505	9	232	1746

Zahn vorh. = Zahn vorhanden

i.v. verl. = intra vitam verloren

p.m. verl. = post mortem verloren

5.4.2 Individuen in den Gebissklassen

Die Zähne der insgesamt 142 Individuen verteilen sich auf 55 Milchgebisse (MG), 20 Wechselgebisse (WG) und 67 Dauergebisse (DG) (vgl. Methode 4.2.8 und Tab.47).

Tab.47: Verteilung der 142 Individuen in Gebissklassen (Milch-, Wechsel- und Dauergebiss)

Alters- gruppe	Individuen		Milchgebisse		Wechselgebisse		Dauergebisse	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Infans 1	55	38,7	55	100,0	0	0,0	0	0,0
Infans 2	28	19,7	0	0,0	20	100,0	8	11,9
Juv.- Fad.	59	41,5	0	0,0	0	0,0	59	88,1
gesamt	142	100,0	55	100,0	20	100,0	67	11,9

Aufteilung der Wechselgebisse in Milch- und Dauergebisse

Für die Berechnung des Erhaltungszustandes ist es notwendig, die Zähne der Wechselgebisse auf die Milch- und Dauergebisse aufzuteilen (vgl. 4.2.8). Es werden alle Milchzähne aus einem Wechselgebiss zu einem Milchgebiss sowie alle Dauerzähne zu einem Dauergebiss zusammengefasst. So werden die 20 Wechselgebisse zum einen zu den 55 vorhandenen Milchgebissen und zum anderen zu den 67 vorhandenen Dauergebissen addiert. Nach dieser Aufteilung ergeben sich 75 Milch- und 87 Dauergebisse (Tab.48)

Tab.48: Gesamtanzahl der Milchgebisse und Dauergebisse nach Aufteilung der 20 Wechselgebisse

Altersgruppe	Individuen		Anzahl der Gebisse mit Milchzähnen		Anzahl der Gebisse mit Dauerzähnen	
	n	%	n	%	n	%
Infans 1	55	38,7	55	73,3	0	0,0
Infans 2	28	19,7	20	26,7	28	32,2
Juv.- Fad.	59	41,5	0	0,0	59	67,8
gesamt	142	100,0	75	100,0	87	100,0

5.4.3 Komparativer Dentalindex (CDI) und komparativer Alveolarindex (CAI) der Milch- und Dauergebisse

Ziel ist es, den Erhaltungszustand in Abhängigkeit vom Alter darzustellen. Im Folgenden wird der CDI und CAI der Milch- und Dauergebisse nach den in Punkt 4.2.8 angegebenen Formeln, getrennt nach den Altersgruppen Infans 1, Infans 2 und Juvenil-Frühadult berechnet.

Der komparative Dentalindex (CDI)

Die folgenden zwei Tabellen (Tab. 49 und 50) zeigen die Berechnungen für den CDI im Milch- und Dauergebiss getrennt für die Altersgruppen. Der CDI für die Milchgebisse beträgt 29,1 % und ist damit etwas schlechter als der für die Dauergebisse mit 35,5 %.

Zusammengenommen ergibt sich ein Gesamterhaltungszustand für Milch- und Dauergebisse von 33,2 %.

Tab.49: Erhaltungszustand / CDI der Milchgebisse getrennt nach Altersklassen

Altersgruppe	Individuen		Zahn vorhanden		Zahn intra vitam verloren		Zahn vorh.+ intra vitam verloren		Anzahl möglicher Zahnorte	CDI
	n	%	n	%	n	%	n	%		
Infans 1	55	73,3	372	89	6	33,3	378	86,7	1100	34,4
Infans 2	20	26,7	46	11	12	66,7	58	13,3	400	14,5
gesamt	75	100,0	418	100	18	100,0	436	100,0	1500	29,1

CDI = komparativer Dentalindex

Tab.50: Erhaltungszustand / CDI der Dauergebisse getrennt nach Altersklassen

Alters- gruppe	Individuen		Zahn vorhanden		Zahn intra vitam verloren		Zahn vorh.+ intra vitam verloren		Anzahl möglicher Zahnorte	CDI
	n	%	n	%	n	%	n	%		
Infans 2	28	32,2	232	22,8	0	0,0	195	19,7	896	21,8
Juv.- Fad.	59	67,8	784	77,2	9	100,0	793	80,3	1888	42,0
gesamt	87	100,0	1016	100,0	9	100,0	988	100,0	2784	35,5

CDI = komparativer Dentalindex

Der komparative Alveolarindex (CAI)

In Tabelle 51 und 52 wird der Erhaltungszustand der Kieferknochen (CAI) getrennt für Milch- und Dauergebisse dargestellt. Demnach beträgt der CAI für Milchgebisse 40,1 % und der für Dauergebisse 43,8 %.

Daraus ergibt sich ein Gesamterhaltungszustand der Kieferknochen von Milch- und Dauergebissen von 42,5 %.

Tab.51: Erhaltungszustand / CAI der Milchgebisse getrennt nach Altersklassen

Alters- gruppe	Individuen		Zahn vorhanden		Zahn intra vitam verloren		Zahn post mortem verloren		Zahnorte		CAI
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
Infans 1	55	73,3	372	89,0	6	33,3	143	86,7	521	86,7	47,4
Infans 2	20	26,7	46	11,0	12	66,7	22	13,3	80	13,3	20,0
gesamt	75	100,0	418	100,0	18	100,0	165	100,0	601	100,0	40,1

CAI = komparativer Alveolarindex

Tab.52: Erhaltungszustand / CAI der Dauergebisse getrennt nach Altersklassen

Alters- gruppe	Individuen		Zahn vorhanden		Zahn intra vitam verloren		Zahn post mortem verloren		Zahnorte		CAI
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
Infans 2	28	32,2	232	22,8	0	0,0	35	17,9	267	21,9	29,8
Juv.- Fad.	59	67,8	784	77,2	9	100,0	160	82,1	953	78,1	50,5
gesamt	87	100,0	1016	100,0	9	100,0	195	100,0	1220	100,0	43,8

CAI = komparativer Alveolarindex

5.4.4 Erhaltungszustand anhand des Schemas von Ubelaker (1978)

Tabelle 53 zeigt den Erhaltungszustand in den von Ubelaker (1978) vorgegebenen Altersgruppen. Dabei wird das Material in die Gruppen Milchzähne, Dauerzähne und Milch- plus Dauerzähne eingeteilt. In den Spalten „Erhz.“ ist der Erhaltungszustand für die Individuen der jeweiligen Altersgruppe nach Ubelaker (1978) bzw. in der Zeile „gesamt“ für alle Individuen der oben genannten Gruppen angegeben.

Tab.53: Erhaltungszustand anhand des Schemas von Ubelaker (1978)

Alter nach Ubelaker (1978) in Jahren	Individuenanzahl i	Milchzähne				Dauerzähne				Milch.- + Dauerzähne			
		maximal mögliche		Zahl der vorh.	Erhz. %	maximal mögliche		Zahl der vorh.	Erhz. %	maximal mögliche		Zahl der vorh.	Erhz. %
		n	n x i	n		n	n x i	n		n	n x i	n	
0	0	20	0	0	x	0	0	0	x	20	0	0	x
0,5	4	20	80	23	28,8	6	24	2	8,3	26	104	25	24,0
0,75	4	20	80	19	23,8	14	56	4	7,1	34	136	23	16,9
1	4	20	80	14	17,5	16	64	6	9,4	36	144	20	13,9
1,5	4	20	80	22	27,5	16	64	20	31,3	36	144	42	29,2
2	3	20	60	18	30,0	20	60	28	46,7	40	120	46	38,3
3	11	20	220	62	28,2	24	264	97	36,7	44	484	159	32,9
4	11	20	220	115	52,3	28	308	187	60,7	48	528	302	57,2
5	9	20	180	84	46,7	28	252	138	54,8	48	432	222	51,4
6	5	20	100	21	21,0	28	140	44	31,4	48	240	65	27,1
7	4	14	56	10	17,9	28	112	23	20,5	42	168	33	19,6
8	8	12	96	19	19,8	28	224	66	29,5	40	320	85	26,6
9	4	12	48	29	60,4	28	112	47	42,0	40	160	76	47,5
10	4	6	24	0	x	32	128	4	3,1	38	152	4	2,6
11	1	0	0	0	x	32	32	5	15,6	32	32	5	15,6
12	7	0	0	0	x	32	224	50	22,3	32	224	50	22,3
15	26	0	0	0	x	32	832	286	34,4	32	832	286	34,4
21	33	0	0	0	x	32	1056	511	48,4	32	1056	511	48,4
gesamt	142		1324	436	32,9		3952	1518	38,4		5276	1954	37,0

Zahl der vorh. = Zahl der vorhandenen Milchzähne

Erhz. = Erhaltungszustand

Der Erhaltungszustand der Milchzähne ist mit 32,9 % gegenüber 38,4 % für die Dauerzähne eindeutig schlechter. Für das gesamte Material (Milch- und Dauerzähne) konnte ein Erhaltungszustand von 37 % errechnet werden. Den besten Erhaltungszustand zeigen die 4-jährigen Individuen mit 57,2 % für Milch- und Dauerzähne.

6 Diskussion

Wie eingangs betont, bildet die Grundlage der vorliegenden Arbeit zur Altersschätzung der subadulten Individuen des Gräberfeldes Briesnitz die Methode von Ubelaker (1978). Diese Methode wurde bevorzugt, weil sie aufgrund des größeren Datenmaterials von mehreren tausend Individuen, im Vergleich zu der geringen Individuenanzahl von Schour und Massler (1941), nach der Empfehlung für die Alters- und Geschlechtsbestimmung von Ferembach et al. (1979) empfohlen wird. Die Zeichnungen von Schour und Massler (1941) werden dabei nur geringfügig von Ubelaker (1978) modifiziert.

Die folgende Diskussion gliedert sich in drei Punkte:

In **Punkt 6.1** werden die Ergebnisse sowie Schlussfolgerungen aus dem Vergleich der Methoden zur Altersschätzung erörtert. Auf Grundlage der Ergebnisse (Tab.54) werden in Kapitel 6.1.1 die Vor- und Nachteile der durchgeführten Methoden diskutiert und eine Übersicht erarbeitet, die es ermöglicht alle beschriebenen Methoden in Wort und Bild vergleichend gegenüberzustellen.

Da es ein weiteres wichtiges Ziel der Arbeit war, eine Methode zu finden, mit der der Altersbereich von 15 bis 21 Jahren detaillierter untersetzt werden kann, galt besonderes Augenmerk der Altersschätzung anhand der Weisheitszahnentwicklung. Die Grenzen der Altersschätzung werden anhand der eigenen Ergebnisse sowie auf der Grundlage der Erkenntnisse verschiedener Untersuchungen aus der Literatur zusammengefasst und diskutiert (siehe Kapitel 6.1.2).

In **Punkt 6.2** wird die Verteilung der ermittelten Sterbealter der 142 Individuen mit entsprechenden Angaben aus der Literatur verglichen. Mögliche Ursachen für die bei den Untersuchungen deutlich gewordene hohe Kindersterblichkeit werden diskutiert.

In **Punkt 6.3** werden abschließend die eigenen Ergebnisse des Erhaltungszustandes, die nach den gängigen Methoden - Milchgebisse und Dauergebisse getrennt voneinander - berechnet wurden, mit den Ergebnissen anderer Autoren verglichen und diskutiert.

6.1 Altersschätzung

6.1.1 Ergebnisse und Schlussfolgerungen aus dem Methodenvergleich

Stellvertretend für die drei Gebissklassen (MG, WG, DG; vgl. Methode 4.2.8) erfolgt in Tabelle 54 die Anwendung einiger ausgewählter Methoden exemplarisch an einer Serie von 15 kompletten Individuen aus den Gräberfeldern Melchendorf und Dresden-Briesnitz (Volkman et al. im 2006). Dabei werden jeweils Methoden verwendet, die im entsprechenden Gebiss und am vorliegenden Skelettmaterial gut anzuwenden sind. Die Grundlage für den Vergleich bildet das nach Ubelaker (1978) ermittelte Alter.

Tabelle 54 zeigt die Ergebnisse der Altersschätzung der 15 ausgewählten Individuen nach verschiedenen Methoden.

Tab.54: Ergebnisse der Altersschätzung anhand ausgewählter Methoden in Jahren. Die Daten in der Tabelle entsprechen den jeweiligen Mittelwerten (aus Volkman et al. 2006)

MG	Autoren								Alter			
	Ubelaker (1978)	Demirjian et al. (1973)		Gleiser & Hunt (1955)		Moorrees et al. (1963)		Nyström et al. (2000)	(-2s)	x min	- x max	(+2s)
		♂	♀	♂	♀	♂	♀					
Indiv. 1	1,5	-	-	-	-	1,2	0,9	1,8	(-0,3)	0,9	- 1,8	(+0,5)
Indiv. 2	3	3,8	3	3,5	3,3	2,7	2,8	-	(-0,6)	2,7	- 3,8	(+1,3)
Indiv. 3	4	4,5	3,9	3,8	3,5	3,8	3,6	-	(-0,6)	3,5	- 4,5	(+1,2)
Indiv. 4	5	6,5	6	3,8	3,5	4,5	4,6	-	(-0,6)	3,5	- 6,5	(+0,7)
Indiv. 5	5	6,6	6,3	3,8	3,5	4,5	4,6	-	(-0,6)	3,5	- 6,6	(+0,7)
WG	Autoren								Alter			
	Ubelaker (1978)	Demirjian et al. (1973)		Gleiser & Hunt (1955)		Moorrees et al. (1963)		Nolla (1960)	(-2s)	x min	- x max	(+2s)
		♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂				
Indiv. 6	6	7	6,9	7	6,8	5,8	5,4	6	(-1,1)	5,4	- 7	(+0,7)
Indiv. 7	6	6,9	6,6	6,5	6	5,3	5,1	6,3	(-1,0)	5,1	- 6,9	(+0,7)
Indiv. 8	8	8,6	8,2	8,5	7,8	7,3	6,9	8,5	(-1,3)	6,9	- 8,6	(+1,2)
Indiv. 9	9	9	8,2	8,5	7,8	7,9	7,5	9,3	(-1,5)	7,5	- 9,3	(*)
Indiv. 10	10	9,8	9,4	8,9	8,5	9,2	8,8	9,7	(-1,2)	8,5	- 9,8	(+1,1)
DG	Autoren								Alter			
	Ubelaker (1978)	Demirjian et al. (1973)		Kullman et al. (1992)		Moorrees et al. (1963)		Loitz (1992)	(-2s)	x min	- x max	(+2s)
		♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂				
Indiv. 11	12-15	14,4	13,7	15	15,4	12,5	12,1	16	(-2,2)	12	- 17	(+3,0)
Indiv. 12	15	16 >	16 >	15,9	16,6	15,1	15,8	16,4	(-2,8)	15	- 18	(+3,8)
Indiv. 13	15	16 >	15	15	15,4	14,5	14,9	16,4	(-2,7)	15	- 18	(+3,8)
Indiv. 14	15-21	16 >	16 >	15	15,4	14,5	14,9	16,4	(-2,7)	15	- 18	(+3,8)
Indiv. 15	15-21	16 >	16 >	16,9	16,8	16	16,5	17,4	(-2,9)	16	- 20	(+0,5)

MG = Milchgebiss, WG = Wechselgebiss, DG = Dauergebiss (*) Nolla (1960) gibt in ihrer Arbeit keine Abweichung an

Nach der Anwendung der verschiedenen Methoden lässt sich für die Gebissklassen (Milch-, Wechsel- und Dauergebiss) folgendes feststellen:

Milchgebiss:

Die Methode von Moorrees et al. (1963) ist als einzige der untersuchten Methoden über den gesamten Altersbereich des Milchgebisses verwendbar. Auch stimmen die ermittelten Alter gut mit denen nach der Methode von Ubelaker (1978) überein. Die Methode von Demirjian et al. (1973) ist erst ab einem Alter von 3 Jahren durchführbar, und die Individuen werden bis zu 1,6 Jahre älter bestimmt als bei Ubelaker (1978). Individuen, welche mit der Methode von Ubelaker (1978) auf das Alter von 3 bis 5 Jahren geschätzt werden, können mit der Methode nach Gleiser und Hunt (1955) nicht differenziert bestimmt werden (siehe Tab.54). Deshalb ist dieses Verfahren für eine genaue Altersschätzung im Milchgebiss nicht geeignet. Das Verfahren von Nystrom et al. (2000) hat den Nachteil, dass es nur bis zum Durchbruch des letzten Milchzahnes (nach Ubelaker (1978) mit 2 Jahren +/- 8 Monate) durchführbar ist. Der Anwendungsbereich dieser Methode ist demnach sehr begrenzt. Sie kann aber als Ergänzung zur Altersschätzmethode von Demirjian et al. (1973) verwendet werden, da diese erst ab dem 3. Lebensjahr anwendbar ist.

Wechselgebiss:

Im Gegensatz zum Milchgebiss liefern im Wechselgebiss alle verwendeten Methoden Alterswerte, die im Bereich der durch die Verwendung der Altersschätzmethode von Ubelaker (1978) ermittelten Alter liegen. Es können demnach alle überprüften Methoden alternativ zu der Methode Ubelaker (1978) verwendet werden. Die Auswahl der Methode hängt hauptsächlich vom Erhaltungszustand des vorhandenen Materials ab. So müssen zum Beispiel bei Demirjian et al. (1973) die bleibenden Zähne 1-7 im Unterkiefer vorhanden sein. Bei der Altersschätzmethode von Nolla (1960) dagegen ist nur ein Zahn des Ober- oder Unterkiefers nötig, um das Alter zu schätzen (siehe Tab.15).

Bleibendes Gebiss:

Bei der Altersschätzung im bleibenden Gebiss gibt es folgendes zu beachten: Der 2. Molar ist der vorletzte Zahn, der im Alter von ca. 15 Jahren (Ubelaker 1978) voll ausmineralisiert ist. Somit kann zur Schätzung des Alters zwischen 15 und 21 nur die Entwicklung des Weisheitszahnes herangezogen werden (Mesotten et al. 2002). Das ist aber auch der Zahn im menschlichen Gebiss, welcher in seiner Entwicklung die größten individuellen Schwankungen aufweist. Wie in Tabelle 54 zu sehen ist, sind die ermittelten Alter sehr unterschiedlich. So wird zum Beispiel ein und dasselbe Individuum mit der Altersschätzmethode von Moorrees et al. (1963) 12,1 Jahre und mit der Methode nach Loitz (1992)

16,7 Jahre geschätzt. Zieht man die doppelte Standardabweichung hinzu, ergeben sich für das gleiche Individuum Altersspannen von bis zu 10 Jahren. In welchen Grenzen eine Altersschätzung anhand des dritten bleibenden Molaren möglich ist, wird unter Zuhilfenahme der Literatur in Punkt 6.1.2 detaillierter erörtert.

Tabelle 55 zeigt die Vor- und Nachteile der verschiedenen Methoden (vgl. Tab.15) im Überblick.

Tab.55: Vor- und Nachteile der beschriebenen Methoden (vgl. Tab.15)

Methode nach...	Vorteile	Nachteile
Gleiser & Hunt (1955)	- schnell durchzuführen - 15 Mineralisationsstadien (schon kleine Unterschiede erfassbar)	- anwendbar, wenn der 1. bleibende Molar des UK vorhanden ist - im Alter von 4-6 Jahren keine genaue Altersschätzung möglich
Moorrees et al. (1963)	- anwendbar, wenn ein bleibender Zahn im UK oder ein Frontzahn im OK vorhanden ist - anwendbar in allen Gebissklassen (MG, WG, DG)	- anwendbar im Oberkiefer ist nur der Frontzahnbereich, Eckzähne, Prämolaren und Molaren werden nicht für die Altersschätzung einbezogen
Schopf (1970) modif. Moorees et al. (1963)	- das Alter kann sowohl am Mineralisationsstadium als auch an der Zahnkeimposition im Kiefer bestimmt werden	- maximal bis zu einem Alter von 13 Jahren anwendbar (bedingt durch die Serie des Autors) - die Schneidezähne sowie 1. und 3. Molar werden nicht berücksichtigt
Liliequist & Lundberg (1971)	- Materialaufnahme ist objektiv möglich, da die Relation von Krone zu Wurzel beurteilt wird	- Methode nicht nachvollziehbar (den Mineralisationsstadien werden keine Altersangaben zugeordnet)
Gat (1972)	—	- keine genaue Altersschätzung möglich (es werden nur 5 Mineralisationsstadien angegeben)
Haavikko (1973a/b)	—	- die Milchzahnresorption ist am Röntgenbild, wegen der anatomischen Verhältnisse (vor allem im OK), nur schwer zu bestimmen
Demirjian et al. (1973)	- Materialaufnahme ist objektiv möglich, da die Relation von Krone zu Wurzel beurteilt wird	- die bleibenden Zähne 1-7 einer UK-Hälfte müssen vorhanden sein (nur bis 16 Jahre anwendbar)
Nolla (1960)	- ein bleibender Zahn im OK oder UK ist ausreichend	- Autorin gibt nur Mittelwerte an (statistische Abweichungen fehlen)
Loitz (1992) modif. Gleiser & Hunt (1955)	- beurteilt werden obere und untere 3. Molaren - Individuen zwischen 15 und 21 Jahren können genauer eingeordnet werden	—
Kullman (1992) modif. Gleiser & Hunt (1955)	- Individuen zwischen 15 und 21 Jahren können genauer geschätzt werden	- beurteilt wird nur der untere 3. Molar
Nystrom et al. (2000)	- sehr schnell und einfach durchzuführen (es wird kein Röntgenbild benötigt)	- komplettes Milchgebiss muss vorhanden sein - Anwendbarkeit der Methode endet, wenn der letzte Milchzahn durchbricht

Von den in Tabelle 55 aufgeführten Autoren benutzten nur Demirjian et al. (1973) sowie Liliequist und Lundberg (1971) morphologische Wachstumsstadien für die Beschreibung der Zahnentwicklung, während die restlichen Autoren (vgl. Tab.55) absolute Längenschätzungen für die Festlegung des Entwicklungsstandes eines Zahnes verwenden. Der entscheidende Vorteil der Vorgehensweise von Demirjian et al. (1973) sowie Liliequist und Lundberg (1971) liegt darin, dass sie durch Formveränderungen definiert ist und unabhängig von spekulativen Längenschätzungen verwendet werden kann (Olze et al. 2003). Es wird die Verbindung zu anatomischen Bezugspunkten hergestellt. Damit entfallen subjektive Schätzaussagen in Relation auf die Endlänge des fertig mineralisierten Zahnes (wie z.B. „2/3 der Wurzel sind gebildet“).

Bei der Betrachtung der verschiedenen Methoden fällt weiterhin auf, dass gleichen Mineralisationsstufen (im Wortlaut) unterschiedliche Zeichnungen zugeordnet sind. Diese Tatsache und die subjektive Meinung des Betrachters bei der Durchführung der Methoden haben großen Einfluss auf die Ergebnisse. Ein Vergleich der Methoden sowie deren Ergebnisse untereinander fällt schwer, da sich die Entwicklungsstufen eines Zahnes in Wort, Bild und Anzahl von Autor zu Autor stark unterscheiden. Auf dieses Probleme weisen bereits Hägg und Matsson 1985 sowie auch Pöyry et al. 1986 hin.

Nach dem Vergleich der Ergebnisse aus Tabelle 54 (Ergebnisse der Altersschätzung anhand ausgewählter Methoden in Jahren) zeigt sich sehr deutlich, wie unterschiedlich das Alter eines Individuums, bei gleichem Entwicklungsstand der Zähne, geschätzt werden kann. Da die Methoden auf Probandengut unterschiedlicher Herkunft beruhen, ist ein Vergleich der Normwerte der einen ethnischen Gruppe mit einer Population anderer ethnischer Herkunft stets mit dem Risiko einer Fehlinterpretation behaftet (Kullman 1995). Wie in Kapitel 3.2.1 beschrieben, sind neben den endogenen Faktoren auf die Zahnentwicklung (Genetik, Ethnie, Hormone) auch die exogenen Faktoren (Ernährungsgewohnheiten) für die unterschiedlichen Normwerte der einzelnen Populationen verantwortlich. Koshy und Tandon (1998) sowie Olze et al. (2003) schlagen deshalb vor, dass bei der Altersschätzung von Lebenden wenn möglich mit populationsspezifischen Standards vorgegangen werden sollte. Olze et al. (2004) untersuchten in diesem Zusammenhang den Einfluss der Ethnie auf die Weisheitszahn-mineralisation an insgesamt 3611 konventionell gefertigten Orthopantomogrammen von Südafrikanern, Japanern und Deutschen mit Hilfe der Stadieneinteilung nach Demirjian (1973). Im Ergebnis waren die japanischen Probanden im Bereich der Stadien D-H durchschnittlich 0,5-3 Jahre älter, die südafrikanischen Probanden hingegen im Bereich der Stadien D-G 0,5-2 Jahre jünger als die gleichweit entwickelten Deutschen. Die gefundenen

Unterschiede könnten nach Olze et al. (2004) auf unterschiedlichen Gaumenmaßen beruhen (Afrikaner → größte Maße; Japaner → kleinste Maße). Mangelndes Platzangebot im Kiefer kann zu Durchbruchsverzögerungen und darüber hinaus zu Retentionen führen. Retinierte Zähne mineralisieren später als normal durchbrechende Zähne. Olze et al. (2004) folgern daraus, dass bei der Beurteilung der Weisheitszahnmineralisation im Rahmen forensischer Altersschätzungen bei Lebenden zur Erhöhung der Aussagesicherheit populationspezifische Standards genutzt werden sollten. Dieser Anspruch lässt sich jedoch auf historisches Material aufgrund von teilweise unbekannten Migrationsbewegungen nur begrenzt übertragen.

Will man Ergebnisse vergleichen, die aus der Anwendung verschiedener Methoden resultieren, ist es besser die jeweilige Entwicklungsstufe eines Individuums (Morphologie der Zähne) statt des geschätzten Alters gegenüberzustellen. Für einen Vergleich der Entwicklungsstadien der in Tabelle 55 beschriebenen Autoren wurde deshalb ein Schema entwickelt, welches es möglich macht, die verschiedenen Stadieneinteilungen und Zeichnungen der genannten Autoren vergleichend gegenüberzustellen (Anhang: Abb.1). Während sich die morphologischen Stadien relativ gut vergleichen lassen, sollte auf das dazugehörige Alter nur mit aller Vorsicht geschlossen werden.

Wie Eingangs erwähnt, war es - um Hinweise für ein genaueres Alter zu erhalten - ein Ziel dieser Arbeit, eine Methode zu finden, die als Ergänzung zu Ubelaker (1978) im Altersbereich zwischen 15 und 21 Jahren angewendet werden kann. Dazu sollte die Methode folgende Voraussetzungen erfüllen:

- Sie sollte für eine genauere Beschreibung der Weisheitszahnentwicklung geeignet sein.
- Sie sollte über den Altersbereich von der Geburt bis zu 21 Jahren anwendbar sein.
- Sie sollte den geschätzten Altern nach Ubelaker (1978) möglichst nahe kommen.

Diesen drei Ansprüchen kommt die Methode von Moorrees et al. (1963) am nächsten. Die mit ihr in den Milch- und Wechselgebissen geschätzten Alter liegen am nächsten im Bereich derer, die mit der Methode von Ubelaker (1978) geschätzt werden können. Zudem kann mit ihr, anders als mit der Methode von Demirjian et al. (1973), die Entwicklung des Weisheitszahnes gut beurteilt werden. Auf die Bedeutung des Weisheitszahnes für die Altersschätzung nach dem 15. Lebensjahr, wird von Ostermeier (1985) ausdrücklich hingewiesen. Nach unserer Erfahrung sollte die Methode von Moorrees et al. (1963) als Ergänzung zu der Altersschätzmethode von Ubelaker (1978) verwendet werden, wenn der Altersbereich von 15 bis 21 Jahren (Juvenil bis Frühadult) detaillierter als bei Ubelaker (1978) dargestellt werden soll.

6.1.2 Altersschätzung anhand der Weisheitszähne

Das Kriterium des Zahndurchbruches ist als alleiniges Kriterium der Altersschätzung beim dritten Molaren weniger valide als bei anderen Zähnen. Nach Moorrees et al. (1963) bricht der dritte Molar erst dann durch, nachdem drei Viertel seiner Wurzel formiert ist. Bei der Beurteilung der Zahnentwicklung kommt es im Oberkiefer häufig zu Überlagerungen im Röntgenbild, die sowohl durch die Anatomie der Wurzeln der bleibenden Zähne, insbesondere des 3. Molaren, als auch durch die Lage des Weisheitszahnes im Bereich des Tuber Maxillae sowie durch andere anatomischen Strukturen des Schädelknochens bedingt sind (Moorrees et al. 1963, Haavikko 1973a). Dadurch ist es häufig nicht möglich, die Mineralisationsfortschritte der 3. Molaren hinreichend genau zu beurteilen. Folglich berücksichtigten Moorrees et al. (1963) für die detailliertere Altersschätzung im Bereich von 15-21 Jahren nur die Mineralisation der unteren Weisheitszähne. Dafür geben die Autoren für die mesiale und distale Wurzel den Mittelwert sowie die obere und untere einfache als auch doppelte Standardabweichung getrennt nach Geschlecht an. Der maximale Entwicklungsunterschied zwischen mesialer und distaler Wurzel beträgt im Stadium A_c = Apex closed (= Stadium 14) 5 Monate, wobei die distale Wurzel als Letzte ihr Wachstum beendet. Ist die Beurteilung von nur einer Wurzel möglich, ist nach Moorrees et al. (1963) die Altersschätzung in anbetracht des geringen Entwicklungsunterschiedes hinreichend genau. Da bei den vorliegenden Skelettindividuen des Gräberfeldes Briesnitz keine Geschlechtsbestimmung vorlag, wurde um die Sicherheit der geschätzten Alter zu erhöhen die untere doppelte Standardabweichung der Jungen sowie die obere doppelte Standardabweichung der Mädchen angegeben. Dabei ergeben sich bei doppelter Standardabweichung der distalen Wurzel Altersspannen in der Wachstumsstufe $R_{1/4}$ von 6,6 Jahren (Stadium 9; Altersmittelwert = 14,7 J.) über 6,9 Jahre in der Wachstumsstufe $R_{1/2}$ (Stadium 10; Altersmittelwert = 15,3 J.) und 7,6 Jahre in der Wachstumsstufe $A_{1/2}$ (Stadium 13; Altersmittelwert = 18,2 J.) sowie 8,7 Jahre in der Wachstumsstufe A_c (Stadium 14; Altersmittelwert = 20,3 J.). Da die Weisheitszahnentwicklung der Männer gegenüber Frauen um ca. ein halbes Jahr voraus ist (Moorrees et al. 1963, Willershausen et al. 2001), könnten mit der Methode von Moorrees et al. (1963) noch genauere Alter ermittelt werden, wenn das Geschlecht der zu untersuchenden Individuen bekannt ist.

Beim vorliegenden Material sind von 59 Individuen der Gruppe Juvenil-Frühadulte 24 (40,6 %) vorhanden, die anhand des unteren Weisheitszahnes altersgeschätzt werden können. Bei immerhin 8 dieser Individuen (=13,5 %) konnte mit der Methode von Moorrees et al. (1963) ein genaueres Alter als mit der Methode von Ubelaker (1978) geschätzt werden. Bei

Kaiser (in Vorb.) erhöht sich der Prozentsatz der nach Moorrees et al. (1963) bestimmten Individuen auf 53 % (16 von 30 Individuen). Dabei zeigte sich, dass die Individuen mit der Methode von Ubelaker (1978) zumeist älter geschätzt werden als mit der von Moorrees et al. (1963). Eine der Ursachen dafür ist, dass Ubelaker (1978) im Altersbereich Juvenil-Frühadult nur zwei Altersstufen beschreibt (15 Jahre oder 21 Jahre), eine andere liegt in den unterschiedlichen Populationen, die für die Festlegung der Altersgruppen verwendet wurden. Bei 27 Individuen (45,7 %) des Gräberfeldes Briesnitz konnte zumindest ein oberer Weisheitszahn nachgewiesen werden. Während 11 (18,6 %) davon zusätzlich mindestens einen Weisheitszahn im Unterkiefer besaßen, hatte der Rest (16 = 27 %) nur Weisheitszähne im Oberkiefer. Diese Individuen konnten für eine weiterführende Altersschätzung nach der Methode von Moorrees et al. (1963) nicht verwendet werden. Auch Kaiser (in Vorb.) fand bei 37 % in der von ihm untersuchten Gruppe (n = 30) mindestens einen Weisheitszahn im Oberkiefer.

Um die relativ große Altersspanne von 15-21 Jahren nach Ubelaker (1978) sinnvoll zu untersetzen, wäre es wünschenswert für Skelettmaterial eine Methode zu finden, die die einzelnen Entwicklungsstufen der Ober- und Unterkieferweisheitszahnentwicklung in gut unterscheidbaren Stufen beschreibt. Denn bei der eigenen Untersuchung konnte bei immerhin 27 Individuen der Mineralisationsfortschritt der Weisheitszähne im Oberkiefer beurteilt werden. Das liegt zum einen daran, dass es bei Skelettmaterial in dieser Region häufig zu Alveolarwandabsprengungen im Bereich des Tuber maxillae kommt. Im Gegensatz zu lebenden Individuen ist dadurch eine Beurteilung des Mineralisationsfortschrittes teilweise bereits bei einer Inspektion von außen auch ohne Röntgenbild möglich. Zum anderen kann die Lage des Röntgenfilms bei Skelettmaterial zumindest zum Teil so gewählt werden, dass es nicht zu den von Moorrees et al. (1963) beschriebenen Überlagerungen kommt. Bei Skelettfunden handelt es sich, im Gegensatz zu Lebenden, häufig um unvollständige Gebisse. Deshalb müsste die gesuchte Methode - um möglichst viele Individuen in die Untersuchungen einbeziehen zu können - auch dann anwendbar sein, wenn nur einer von vier möglichen Weisheitszähnen vorhanden ist. Dass eine Altersschätzung mit nur einem Weisheitszahn möglich sowie hinreichend genau ist, zeigt beispielgebend die Untersuchung von De Salvia et al. (2004). Sie untersuchten dazu die Entwicklung des unteren rechten Weisheitszahnes nach der Methode von Demirjian (1973) an 400 Orthopantomogrammen von spanischen Jugendlichen im Alter von 12 bis 21 Jahren. Sie finden in allen acht Stadien - zwei der Stadien liegen zwischen 15 und 21 Jahren - eine durchschnittliche doppelte Standardabweichung von $\pm 2,47$ Jahren.

Unter der Voraussetzung, dass durch eine Summation der einzelnen Weisheitszähne des Ober- sowie des Unterkiefers eine Verbesserung der Altersschätzung resultiert, sollte die gesuchte Methode auch unter Einbeziehung aller vier Weisheitszähne (soweit vorhanden) möglich sein. Dass sich die Sicherheit der Altersschätzung mit steigender Anzahl der Weisheitszähne verbessert, zeigen die Untersuchungen von Mincer et al. (1993), Phrabhakaran (1995), Willershausen et al. (2001) sowie Mesotten et al. (2002). Mincer et al. (1993) belegen diesen Sachverhalt anhand der Altersschätzung aller vorhandenen dritten Molaren von 823 weißen Amerikanern im Alter von 14 bis 24 Jahren nach der Stadieneinteilung von Demirjian (1973). Sie kommen zu dem Schluss, dass die Sicherheit der Altersschätzung mit steigender Anzahl der vorhandenen Weisheitszähne steigt. Phrabhakaran (1995) wandte die für die Kaukasier ermittelten Werte von Mincer et al. (1993) erfolgreich bei der Altersschätzung einer mongoloiden Person an. Auf Grund seiner Erfahrung betont er ebenso wie Mincer et al. (1993), dass alle verfügbaren dritten Molaren einer Person zur Altersschätzung heranzuziehen sind. Willershausen et al. (2001) kommen zu dem Schluss, dass - wenn mindestens drei Weisheitszähne vorhanden sind - die Altersschätzung anhand des dritten Molaren im Altersbereich von 15-24 Jahren aufgrund fehlender Alternativen möglich ist. Sie verwendeten dazu die Methode nach Kullman (1992) an 1202 Panoramaschichtaufnahmen und geben im 95 % Konfidenzintervall eine Altersspanne von bis zu 1,1 Jahren (2s) an. Die Autoren räumen jedoch aufgrund der großen Streuung der minimalen und maximalen Werte ein Sicherheitsintervall von +/- 2 bis 4 Jahren ein. Mesotten et al. (2002) betonen als Voraussetzung für eine akzeptable Altersschätzung das Vorhandensein von allen vier Weisheitszähnen. Dabei verwendeten sie die Methode von Gleiser und Hunt (1955) an einem kaukasischen Patientengut im Alter von 16 bis 21 Jahren. Nach der Auswertung von 1175 Panoramaschichtaufnahmen geben sie eine einfache Standardabweichung für Männer von 1,52 Jahren und für Frauen von 1,56 Jahren an. Auch Loitz (1992) betont, dass eine Altersschätzung aufgrund des Wachstums von Weisheitszähnen bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen möglich ist. Dabei schwankt das Wachstum der dritten Molaren im 97 % Konfidenzintervall mit bis zu 4 Jahren um einen Mittelwert. Nach seiner Meinung könnte zusätzlich eine genauere Erforschung des Einflusses der Zahnretention auf das Wurzelwachstum eine wesentlich präzisere Schätzung zulassen.

Neben den Autoren, die eine Altersschätzung anhand des 3. Molaren befürworten, finden sich in der Literatur ebenso zahlreich jene, die eine Altersschätzung auf der Grundlage der Entwicklung des Weisheitszahnes ablehnen (Levesque et al. 1981, Thorson und Hägg 1991, Kullman et al. 1992). So untersuchten Thorson und Hägg (1991) die Genauigkeit der

Altersschätzung bei 372 Jugendlichen zwischen 14,5 und 24,5 Jahren anhand der unteren dritten Molaren, basierend auf der Stadieneinteilung nach Demirjian (1973) und den ebenfalls darauf basierenden Altersangaben von Levesque et al. (1981). Thorson und Hägg (1991) kommen zu dem Schluss, dass die Altersspanne zwischen chronologischem Alter und dem geschätzten Alter im 95 % Konfidenzintervall für Mädchen $\pm 4,5$ Jahre und für Jungen $\pm 2,8$ Jahre beträgt. Nach Levesque et al. (1981) beginnt ab dem 16. Lebensjahr der Abschluss des Wurzelwachstums, und in 10 % der Fälle ist das Wurzelwachstum des dritten Molaren bereits mit dem 17. Lebensjahr abgeschlossen. Bei den Untersuchungen von Thorson und Hägg (1991) kann in 20 % der Fälle aufgrund der Nichtanlage der Weisheitszähne keine Aussage zum Entwicklungsstand getroffen werden. Die Autoren stellen daraufhin fest, dass auf der Basis der Entwicklung des unteren 3. Molaren keine sichere Aussage zum Erreichen des 18. Lebensjahres möglich ist und lehnen eine Altersschätzung an lebenden Personen grundsätzlich ab. Kullman et al. (1992) kommen ähnlich wie Thorson und Hägg (1991) zu dem Schluss, dass aufgrund der relativ hohen Standardabweichung ($\pm 2s$) von $\pm 1,9$ bis $\pm 3,9$ Jahren eine nur wenig genaue Altersschätzung möglich ist. Weiterhin stellten sie bei ihrer Untersuchung von 323 Jungen und 354 Mädchen im Alter von 15 bis 25 Jahren keinen signifikanten Unterschied in der Entwicklung zwischen rechter und linker Unterkieferseite fest.

Die in der Literatur vorhandenen Daten zeigen sehr deutlich, dass der durchschnittliche Zeitpunkt der Zahnentwicklung - und damit auch andere Parameter - in unterschiedlichen ethnischen Gruppen variiert. So ist zum Beispiel eine pauschale Anwendung der für Kaukasier geltenden Werte auf andere ethnische Gruppen nicht möglich.

Ebenso ist die Altersschätzung von Jugendlichen und jungen Erwachsenen anhand der Weisheitszahnentwicklung nur innerhalb eines größeren Rahmens möglich (bis zu ± 4 Jahren bei doppelter Standardabweichung). Dabei zeigt sich, dass trotz ähnlicher Standardabweichungen die Altersschätzung von einigen der Autoren befürwortet (Willershausen et al. 2001; $2s = \pm 2$ bis 4 Jahre) und von anderen abgelehnt wird (Kullman et al. 1992; $2s = \pm 1,9$ bis 3,9 Jahre). Daher muss der jeweiligen Fragestellung entsprechend entschieden werden, ob eine solche Altersschätzung sinnvoll ist.

Trotz der widersprüchlichen Aussagen, die in der Literatur zu finden sind, sprechen wichtige Argumente für die Verwendung der Entwicklung des Weisheitszahnes für die Altersschätzung bei jugendlichen Skelettindividuen:

- Für den Altersbereich von 15-21 Jahren gibt es nur wenige genügend genaue Altersschätzmethoden.

- Die Möglichkeit der Altersschätzung mit Hilfe des Weisheitszahnes ist dann besonders wichtig, wenn keine anderen Hinweise für die Altersschätzung herangezogen werden können.
- Anhand der Weisheitszahnentwicklung kann immerhin im Entwicklungsstadium A-D (nach Demirjian 1973; D = Krone vollständig gebildet) davon ausgegangen werden, dass ein Individuum mit hoher Wahrscheinlichkeit unter 18 Jahren ist, während ein Individuum im Stadium H (H = Wurzelwachstum beendet, Apex geschlossen) mit hoher Wahrscheinlichkeit über 18 Jahre alt ist.
- Bei Vorhandensein eines Unterkieferweisheitszahnes ist es mit der Methode von Moorrees et al. (1963) bereits heute möglich, das Sterbealter von Skelettindividuen zwischen 15-21 Jahre (nach Ubelaker 1978) in 6 exakt definierte Altersstadien ($R_{1/4}$ bis A_c) zu unterteilen

6.2 Altersstruktur der subadulten Individuen des Gräberfeldes Briesnitz

Altersschätzung der 142 Individuen nach Ubelaker (1978)

Die 142 Individuen des Gräberfeldes Briesnitz wurden nach den im Material (Punkt 4.1) genannten Erhaltungsklassen nach Ubelaker (1978) altersgeschätzt. Das Alter wurde wie bereits in Kapitel 4.2.7 beschrieben einmal anhand des Zahndurchbruchs und einmal anhand der Zahnmineralisation bestimmt. Da die Zahnmineralisation besser als der Zahndurchbruch für die Altersschätzung geeignet ist (Ferembach et al. 1979, Rösing et al. 2005), wurde zur Festlegung des Individualalters zuerst das Mineralisationsalter herangezogen. Nur wenn mit Hilfe des Mineralisationsalters kein eindeutiges Alter festgelegt werden konnte, wurde das Durchbruchsalter zur Entscheidungsfindung benutzt.

Da die Alter der Individuen in Abhängigkeit ihres Erhaltungszustandes geschätzt wurden, kann eine Aussage über die Sicherheit der Schätzalter gemacht werden. Die Genauigkeit der geschätzten Alter steigt dabei mit der Qualität des Erhaltungszustandes. Die geschätzten Alter der Individuen aus Gruppe 1 (komplette Gebisse und komplettierte Halbgebisse) entsprechen demnach mit höherer Sicherheit dem tatsächlichen Sterbealter als von den Individuen aus Gruppe 2 (komplette Ober- oder Unterkiefer und komplettierte halbe Ober- oder halbe Unterkiefer) oder aus Gruppe 3 (unvollständige Gebisse und Einzelzahnindividuen). Von den 142 Individuen konnten 18 (=12,7 %) in der Gruppe 1, 24 (=16,9 %) in der Gruppe 2 und 100 (=70,4 %) in der Gruppe 3 bestimmt werden.

Vergleich der Altersstruktur mit anderen Arbeiten

Neben der vorliegenden Untersuchung zur Altersschätzung anhand der Zähne hat es weitere Arbeiten zur Bestimmung der Altersstruktur der subadulten Briesnitzer Individuen gegeben. So ermittelte Liss (2001) die Sterbealter der anhand der einzelnen Abschnitte der Extremitäten (Tibia, Fibula, Humerus, Radius, Ulna) und dem Os coxae. (Biedermann 2003) untersuchte für die Altersschätzung die einzelnen Knochen des Craniums. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind bei Bindel et al. (im Druck) zusammenfassend dargestellt.

Bei der eigenen Untersuchung fällt auf, dass bezogen auf 83 Individuen (Infans.1 + Infans 2) eine mit 66,3 % höhere Sterblichkeit in der Gruppe Infans 1 zu verzeichnen ist. Das deckt sich mit den Angaben von Liss (2001) sowie Liss und Bruchhaus (2001). Sie stellten bei ihrer Untersuchung fest, dass im Gräberfeld eine hohe Säuglings- und Kindersterblichkeit vorliegt, welche bei einfacher Summation der einzelnen Skelette in der Altersstufe vom 7. bis 9. Lebensjahr mit 11 % nochmals eine verstärkte Zunahme erfährt (vgl. Abb.16).

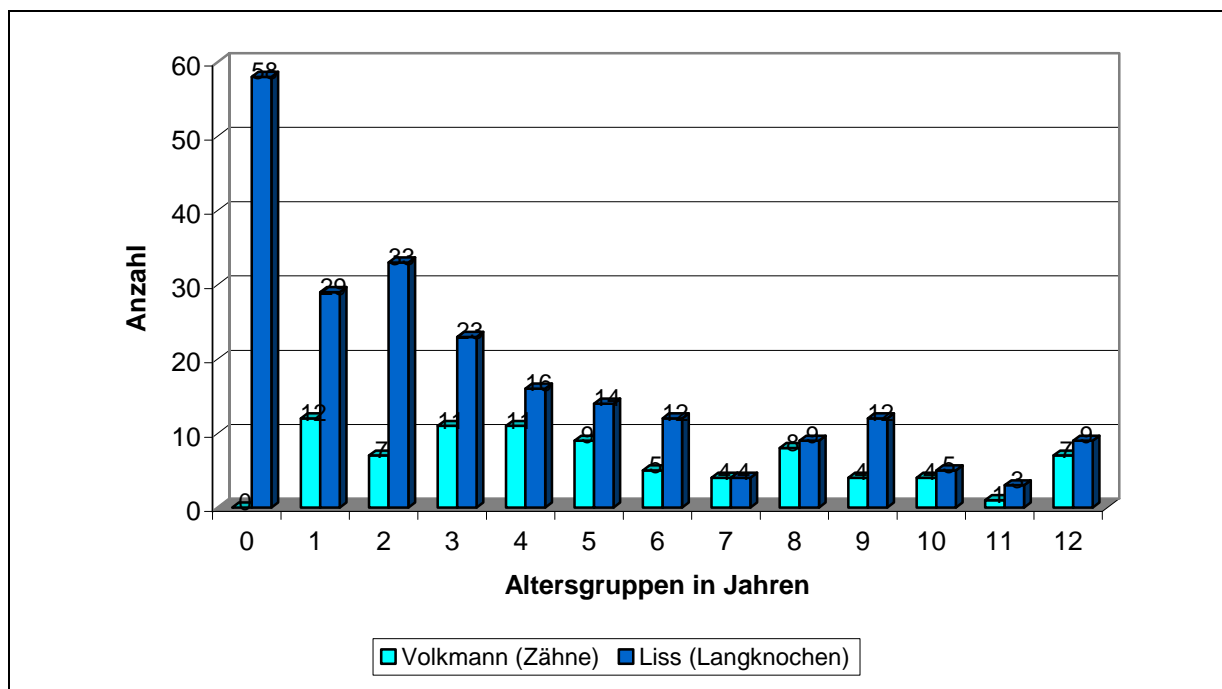


Abb.16: Vergleich der Altersverteilung der selbst ermittelten- mit denen von Liss (2001) ermittelten Sterbealtern der Individuen des Gräberfeldes Briesnitz bis 12 Jahren

Da bei der Bearbeitung der subadulten Skelette des Gräberfeldes Briesnitz nicht nur die Gebisse, sondern auch die Schädel, Becken- und Langknochen in die Altersschätzung eingingen, erhöhte sich die Anzahl der Individuen deutlich. Dies zeigt die vergleichsweise höhere Anzahl der altersgeschätzten Individuen durch Liss (2001). Trotz der unterschiedlichen Individuenanzahlen in den beiden Untersuchungen lässt sich ein relativ

einheitlicher Verlauf der Sterbekurve besonders ab dem 4. Lebensjahr feststellen (Abb.16). Eine mögliche Ursache für die großen Differenzen bei den vor allem 0, 1 und 2-jährigen ist die Tatsache, dass in diesem Lebensabschnitt nur wenige kleine Zähne bzw. Zahnanlagen in den Kiefern ruhen. Diese können bei der Bergung des Materials im Unterschied zu einem Becken- oder Langknochen wesentlich schneller übersehen werden und verloren gehen.

Biedermann (2003) gibt das Sterbealter getrennt, einmal für den Oberkiefer und einmal für den Unterkiefer sowie für weitere Einzelknochen des Craniums an. Auch in ihrer Untersuchung zeichnet sich der Trend der hohen Kindersterblichkeit ab und es kommt, bezogen auf die Anzahl der 83 untersuchten Individuen bis 12 Jahren, in der Gruppe Infans 1 mit 83 % zu den prozentual meisten Sterbefällen.

Kaiser (in Vorb.) untersuchte 132 subadulte Individuen des Gräberfeldes Melchendorf (Bronzezeit) nach der Methode von Ubelaker (1978) und schätzte deren Sterbealter. Abbildung 17 zeigt die Verteilung der von ihm bestimmten Individuen der Altersgruppen Infans 1 und Infans 2 im Vergleich zu den verstorbenen Briesnitzer Individuen.

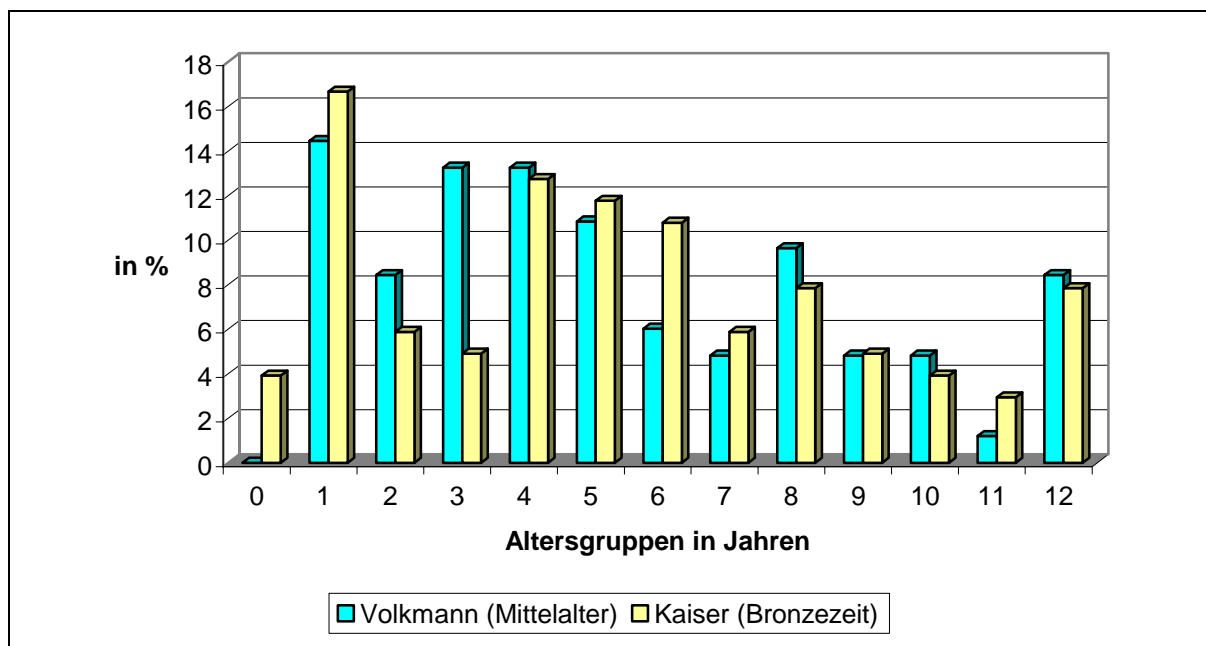


Abb.17: Vergleich der Altersverteilung der selbst ermittelten mit den von Kaiser (in Vorb.) ermittelten Sterbealtern der Individuen des Gräberfeldes Briesnitz und Melchendorf bis 12 Jahren

In Abbildung 17 zeigt sich eine noch deutlichere Säuglings- und Kleinkindersterblichkeit der Individuen von Melchendorf in der Altersgruppe Infans 1. Die Sterbekurven verlaufen ab dem 4. Lebensjahr annähernd parallel und erreichen bei einfacher Summation der einzelnen Skelette abermals eine Zunahme in der Altersstufe vom 7. bis 9. Lebensjahr.

Die folgende Tabelle 56 zeigt die unterschiedlichen Altersverteilungen subadulter Individuen aus verschiedenen Epochen und Gräberfeldern des Mittelelbe-Saale-Gebietes.

Tab.56: Altersverteilungen subadulter Individuen aus verschiedenen Zeitstellungen und Gräberfeldern

Autor	Zeitstellung	Alter in Jahren													
		0-2		2-4		4-6		6-8		8-10		10-12		gesamt	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Hüttig U	Neolithikum	10	10,8	26	28,0	16	17,2	22	23,7	10	10,8	9	9,7	93	100,0
Wagner S	Bronzezeit	13	14,8	18	20,5	20	22,7	12	13,6	17	19,3	8	9,1	88	100,0
Kaiser M		27	26,5	18	17,6	23	22,5	14	13,7	9	8,8	11	10,8	102	100,0
Pertsch R	Mittelalter	4	7,7	23	44,2	8	15,4	3	5,8	9	17,3	5	9,6	52	100,0
Rabold C		55	41,0	32	23,9	23	17,2	10	7,5	8	6,0	6	4,5	134	100,0
Volkman AR		19	22,9	22	26,5	14	16,9	12	14,5	8	9,6	8	9,6	83	100,0
gesamt		128	23,2	139	25,2	104	18,8	73	13,2	61	11,1	47	8,5	552	100,0

Alle genannten Autoren aus oben stehender Tabelle 56 bestimmen das Alter der Individuen anhand von Zähnen. Bei den untersuchten Skelettindividuen wird deutlich, dass zusammengekommen 48,4 % aller Kinder bereits bis zum 4. Lebensjahr verstorben sind, wobei die Sterblichkeit vom Neolithikum (38,7 %) hin zum Mittelalter (im arithmetischen Mittel 57,6 %) eine Zunahme erfährt. In allen Untersuchungen ist eine hohe Säuglings- und Kleinkindersterblichkeit zu verzeichnen.

Ausgehend von insgesamt 431 gefundenen Individuen des Gräberfeld Briesnitz errechnet sich anhand der eigenen Untersuchung bereits eine Kindersterblichkeit (Infans 1 + Infans 2 = 83 Individuen) von 19,2 %. Zieht man jedoch die Ergebnisse von Liss (2001) hinzu, ergibt sich mit 227 der bis 12 Jahre alten Individuen eine Kindersterblichkeit von 52,6 %. Dabei ist festzuhalten, dass bei jedem „Gebissindividuum“ Langknochen vorhanden waren. Aus oben beschriebenen Gründen sind nicht bei jedem geborgenen „Langknochenindividuum“ Gebisse vorhanden.

Nach Sundick (1978) ist eine archäologische Population, bei der 25 – 50 % der Kinder unter fünf Jahre alt sind, nichts Ungewöhnliches. Auch Acsádi und Nemeskéri (1970) halten einen Kinderanteil unter den Skeletten zwischen 35 % und 50 % für das 10. bis 12. Jahrhundert für realistisch, wobei hier die Altersgruppe der Kinder den Zeitraum von der Geburt bis zum 14. Lebensjahr umfasst. In der Literatur bestätigen sich an vielen weiteren Beispielen (Bach und Dusek 1971, Miles und Bulmann 1994, Heinrich 2001, Fabrizii-Reuer und Reuer 2001) die eigenen Ergebnisse sowie die Aussagen von Sundick (1978) und Acsádi und Nemeskéri (1970).

So ermittelten Bach und Dusek (1971) bei der untersuchten Skelettserie von Espenfeld (438 Bestattungen) einen Kinderanteil von 156 Kindern (=36,7 %). In der Altersgruppe Infans I waren 54 Individuen (=12,7 %) unter einem Jahr alt. Die Säuglingssterblichkeit betrug dementsprechend 12,7 %, wobei der größte Teil ($n = 49$, das heißt 11,5 % der Gesamtserie) der Säuglinge das erste halbe Lebensjahr offenbar nicht erreicht hatte.

Heinrich (2001) untersuchte die Skelettserie von Zwetendorf, einem Gräberfeld aus dem 10. bis 11. Jahrhundert. Auch hier zeigt sich mit 262 gefundenen Subadulten bis zum 15. Lebensjahr (47 % der Gesamtbevölkerung) eine hohe Kindersterblichkeit, wobei 33 Individuen (12,6 % aller Kinder) die Geburt nicht überlebten. Von den 262 Subadulten verteilen sich 203 (77,5 %) auf die Altersgruppe Infans 1.

Ebenfalls stellen Fabrizio-Reuer und Reuer (2001) eine hohe Kindersterblichkeit bei der Altersschätzung an 199 Skelettindividuen aus dem frühmittelalterlichen Gräberfeld von Pottenbrunn fest. Dabei entfielen 41,7 % in die Altersgruppe Infans 1 (Geburt bis 6. Lebensjahr). Danach sinkt die Sterberate für die Altersklasse Infans 2 (7. bis 14. Lebensjahr) auf 7,5 %.

Bei der Altersschätzung einer schottischen Population aus dem 16. bis 19. Jahrhundert ermitteln Miles und Bulmann (1994) eine Kindersterblichkeit von 42 %; ca. 28 % der Kinder verstarben bereits im 1. Lebensjahr. Die Zahlen könnten nach Vermutung der Autoren in Wirklichkeit noch höher sein, da gerade die kleinen Skelettteile der Säuglinge und Kleinkinder bei Ausgrabungen häufig übersehen werden und auch schneller im Boden vergehen (Sundick 1978).

Ursachen für die hohe Säuglings- und Kindersterblichkeit gibt es viele. Dabei unterscheidet man in exogene und endogene Ursachen. Hygienestandard, ärztliches Können, Stand der Geburtshilfe, Mangelerscheinungen, Krieg, kulturelle Faktoren, klimatische Bedingungen, soziale Stellung, Unterernährung nach der Entwöhnung von der Muttermilch, mangelnde Fürsorge und Infektionskrankheiten sind dabei als wichtigste exogene Faktoren zu nennen (Hühne-Osterloh 1989, Mensforth 1985). Die Müttersterblichkeit spielt ebenfalls eine große Rolle, da diese einen indirekten Einfluss auf die Entwicklung des Kindes hat (Hühne-Osterloh 1989). Holtfreter (1989) sowie Bach und Dusek (1971) fanden neben der bereits erwähnten hohen Säuglingssterblichkeit eine erhöhte Sterblichkeit juveniler und frühadulter Frauen. Das könnte nach Meinung der Autoren auf eine erhöhte Müttersterblichkeit schließen lassen, da mit hoher Wahrscheinlichkeit ein direkter Zusammenhang zwischen der Sterberate junger Frauen und Säuglingen besteht.

Endogene Faktoren der Säuglings- und Kindersterblichkeit sind meist erbbedingt und wirken sich vor allem im 1. Lebensjahr aus. Nach Fabrizio-Reuer und Reuer (2001) dürften diese Defekte bei den damals sehr engen Heiratskreisen großen Einfluss gehabt haben. Unverträglichkeiten bei Blutgruppen (z.B. Rhesus-Faktoren) und genetische Unverträglichkeiten zwischen den Eltern, Chromosomenanomalien, Phänotypen mit unzureichender Leistung und Krankheitsanfälligkeiten, ein zu leichtes Geburtsgewicht oder Mutter-Kind-Unverträglichkeiten bilden die Grundbasis für die endogene Säuglingssterblichkeit (Ritter 1981, Buselmaier und Tariveridan 1991).

Neben der hohen Säuglings- und Kleinkindersterblichkeit fällt auf, dass die Mortalität der Kinder im Gräberfeld Briesnitz bis zum 7. Lebensjahr abnimmt, jedoch im 8. Lebensjahr wieder ansteigt. Das zeigt sich ebenfalls bei einer Studie von Hühne-Osterloh (1989) an schlesischen Kindern im Hochmittelalter. Bei der Altersklasse der 8 bis 10-jährigen war eine erhöhte Mortalität zu verzeichnen. Eine mögliche Ursache dafür ist, dass im Mittelalter die Kindheit mit dem Erreichen des 7. Lebensjahres beendet war, und somit Kinder dieser Altersklasse als verkleinerte Erwachsene bereits zu schwerer körperlicher Arbeit herangezogen und bei Ungehorsam auch härter bestraft wurden. Ariès (1996) sowie de Mause (1974) sprechen in diesem Zusammenhang der mittelalterlichen Gesellschaft bis zum 16. Jahrhundert jeglichen kindgerechten Umgang ab.

6.3 Erhaltungszustand

Verteilung der vorhandenen Zähne

Von den insgesamt 1923 Zähnen der vorliegenden Untersuchung sind 22 % Milch- und 78 % Dauerzähne. Kaiser (in Vorb.) untersuchte eine Population von 132 Subadulten aus der Bronzezeit und konnte insgesamt 3297 Zähne beurteilen, die sich mit 28 % Milch- und 72 % Dauerzähnen ähnlich verteilten wie diejenigen aus dem Briesnitzer Material. Weiterhin ergab die Untersuchung, dass die Unterkiefer besser erhalten sind als die Oberkiefer. Das zeigt sich an der vorhandenen Zahnzahl. So sind im Unterkiefer 1101 = 57,2 % im Oberkiefer 822 = 42,8 % erhalten. Demzufolge konnten mehr Zähne im Unterkiefer nach Mineralisations- und Durchbruchsstand beurteilt werden als im Oberkiefer. Die dickere Kompakta des Unterkieferknochens im Vergleich zu dem spongiösen Oberkiefer kann eine mögliche Ursache sein.

Betrachtet man die Kiefer der Milchgebisse getrennt voneinander fällt auf, dass die Anzahl der Zähne von den Molaren zu den Frontzähnen abnimmt. Eine mögliche Ursache ist, dass die Milchgebisse aufgrund der Platzverhältnisse im Knochen und durch die nachfolgenden

Dauerzähne in der Front weniger stabil sind als in der Molaren-Region. Diese Annahme wird dadurch bekräftigt, dass mehr Frontzähne (53 %) als Prämolaren (14,2 %) und Molaren (17,7 %) post mortem verloren gegangen sind. Bei den Dauergebissen lässt sich ein solcher Trend nicht feststellen. Kaiser (in Vorb.) untermauert diese Feststellung und zeigt in seiner Arbeit eine ähnliche Verteilung. In den jeweiligen Kiefern konnten, bezogen auf die Anzahl der vorhandenen Zähne, keine nennenswerten Unterschiede zwischen rechter und linker Seite gefunden werden. Zu gleichem Schluss kommt Kaiser (in Vorb.) anhand seiner Untersuchungen.

Komparativer Dentalindex (CDI) und komparativer Alveolarindex (CAI)

Die Berechnung des Erhaltungszustandes auf der Grundlage des komparativen Dentalindex (CDI) nach Brinch und Møller-Christensen (1949) sowie des komparativen Alveolarindex (CAI) nach Strouhal (1959) erlaubt die Gegenüberstellung des Erhaltungszustandes von Gebissen ausgewählter Gräberfelder (Tab.57 und 58). Dabei fehlt in den meisten der Vergleichsarbeiten eine Unterteilung des Erhaltungszustandes in die einzelnen Altersgruppen. Aus diesem Grund muss bei dem Vergleich auf eine detaillierte Aufschlüsselung der erhobenen Parameter verzichtet werden. Weitere Probleme, die bei dem Vergleich der Erhaltungszustände auffielen, werden in der Arbeit von Kaiser (in Vorb.) erörtert. Im eigenen Material wurden neben der klassischen Berechnung - Milchgebisse und Dauergebisse getrennt voneinander (Wechselgebisse werden nicht betrachtet)- für die Berechnung des CDI und CAI der Milchgebisse alle Milchzähne der Altersgruppen Infans 1 und Infans 2 zusammengekommen und durch maximal 20 mögliche Zahnorte geteilt. Alle bleibenden Zähne der Altersgruppen Infans 2 und Juvenil-Frühadult wurden für die Berechnung des Erhaltungszustandes der bleibenden Gebisse verwendet und durch maximal 32 mögliche Zahnorte geteilt.

Das Milchgebiss:

Tabelle 57 zeigt, dass die selbst ermittelten Werte innerhalb der Milchgebisse von CDI = 34,4 % und CAI = 47,4 % in etwa denen von Pertzsch (1987) entsprechen. Auffällig ist der eindeutig niedrigere CDI und CAI im Vergleich zu den Werten von Rabold (1983), Pertzsch (1987) sowie Kaiser (in Vorb.). Der Erhaltungszustand des eigenen Materials kann demzufolge als vergleichsweise schlecht charakterisiert werden.

Tab.57: Vergleich des komparativen Dentalindex (CDI) und des komparativen Alveolarindex (CAI) ausgewählter Serien im Milchgebiss (ergänzt nach Vollandt 2001)

Autor	Jahr	Fundorte		Zeitstellung	Indiv. (n)	CDI %	CAI %
Hüttig U	1981	MESG	5000 - 2000 v.u.Z.	Neolithikum	42	35,4	59,9
Wagner S	1988	MESG	2000 - 1500 v.u.Z.	Bronzezeit	48	23,5	54,8
Sandmair K	2003	Melchendorf	1200 - 800 v.u.Z.	Bronzezeit	93	49,1	55,2
Kaiser M	in Vorb.	Melchendorf	1200 - 800 v.u.Z.	Bronzezeit	*68	52,9	59,9
Kaiser M	in Vorb.	Melchendorf	1200 - 800 v.u.Z.	Bronzezeit	**99	50,7	56,7
Rabold C	1983	Rohnstedt	8. - 11. Jh.	Mittelalter	55	59,7	76,2
Pertsch R	1987	Dreitsch	9. - 11. Jh.	Mittelalter	56	38,4	59,9
Volkman AR	2006	Briesnitz	10. - 13. Jh.	Mittelalter	*55	34,4	47,4
Volkman AR	2006	Briesnitz	10. - 13. Jh.	Mittelalter	**75	29,1	40,1

* Individuen der Altersgruppe Infans I (0-6 Jahre)

** Individuen der Altersgruppen Infans I und Infans II zusammen (0-12 Jahre)

Das Dauergebiss:

Für die Dauergebisse wurde ein CDI von 42,0 % und ein CAI von 50,5 % errechnet. Obwohl der Vergleich aufgrund unterschiedlicher Altersgruppen bei den einzelnen Autoren beeinträchtigt ist, liegen die ermittelten Werte mehrheitlich deutlich unter denen der Vergleichsarbeiten (Tab.58). Der schlechte Erhaltungszustand setzt sich für die subadulten Individuen der Altersgruppen Infans 2 sowie Juvenil-Frühadult in den Dauergebissen fort. Lediglich in der Arbeit von Loysa (1989) findet sich mit einem CDI von 29,0 % ein noch schlechterer Wert. Pfützner (1999) errechnet für die Erwachsenen Individuen des gleichen Gräberfeldes (Briesnitz) einen ebenfalls schlechten Erhaltungszustand mit einem CDI von 49,1 % und CAI von 60,7 %. Auch Bock (2002) bestätigt diesen Trend. Für alle Individuen des Gräberfeld Briesnitz zeigt sich zusammenfassend ein allgemein schlechter Erhaltungszustand.

Tab.58: Vergleich des komparativen Dentalindex (CDI) und des komparativen Alveolarindex (CAI) ausgewählter Serien im Dauergebiss (ergänzt nach Vollandt2001)

Autor	Jahr	Fundorte		Zeitstellung	Indiv. (n)	CDI %	CAI %
Penser E	1985	MESG	5000 - 3000 v.u.Z.	Frühneolithikum	93	66,1	80,2
Bach A	1978	MESG	5000 - 3000 v.u.Z.	Frühneolithikum	189	68,8	83,5
Haschen S	1991	Wandersleben	5000 - 3000 v.u.Z.	Frühneolithikum	91	70,3	75,9
Penser E	1985	Bernburg		Mittelnolithikum	76	40,9	63,3
Penser E	1985	MESG	2500 - 2000 v.u.Z.	Spätneolithikum	58	48,9	59,6
Bach A, Bach H	1975	MESG	2500 - 2000 v.u.Z.	Spätneolithikum		49,7	64,5
Heumann S	2000	MESG	2500 - 2000 v.u.Z.	Spätneolithikum	266	48,0	56,4
Wirth R	2000	MESG	2500 - 2000 v.u.Z.	Spätneolithikum	245	48,8	52,8
Hüttig KP	1981	MESG	2000 - 1500 v.u.Z.	Bronzezeit	44	51,9	61,6
Wagner S	1988	MESG	2000 - 1500 v.u.Z.	Bronzezeit	20	59,5	69,5
Bornhöft B	2005	Melchendorf	1200 - 800 v.u.Z.	Bronzezeit	94	75,9	83,7

Fortsetzung Tabelle 58

Autor	Jahr	Fundorte		Zeitstellung	Indiv. (n)	CDI %	CAI %
Kaiser M	in Vorb.	Melchendorf	1200 - 800 v.u.Z.	Bronzezeit	*30	76,8	82,2
Kaiser M	in Vorb.	Melchendorf	1200 - 800 v.u.Z.	Bronzezeit	**64	75,2	79,9
Volkman A	1983	MESG	4. - 7. Jh.	Mittelalter	103	58,2	70,6
Back T, Ginis I	1983	Griesheim	5. - 8. Jh.	Mittelalter	234	54,2	59,5
Vosseler B	1982	Weismain	8. - 9. Jh.	Mittelalter	123	71,4	95,3
Stloukal M	1963	Mikulcice	9. Jh.	Mittelalter		67,7	
Zielinsky H	1980	Rohnstedt	8. - 11. Jh.	Mittelalter	129	73,4	82,3
Rabold C	1983	Rohnstedt	8. - 11. Jh.	Mittelalter	10	86,4	98,6
Diez C, May V	1975	Zöllnitz	10. Jh.	Mittelalter	62	69,1	81,3
Pertsch R	1987	Dreitzsch	9. - 11. Jh.	Mittelalter	107	67,4	79,0
Reinhardt W	1969	Espenfeld	11. - 12. Jh.	Mittelalter	190	70,4	79,7
Witzany B	1983	Eichstedt	8. - 12. Jh.	Mittelalter	143	72,2	
Pfützner T	1999	Briesnitz	10. - 13. Jh.	Mittelalter	159	49,1	60,7
Bock S	2002	Briesnitz	10. - 13. Jh.	Mittelalter	149	47,3	57,9
Volkman AR	2006	Briesnitz	10. - 13. Jh.	Mittelalter	*59	42,0	50,5
Volkman AR	2006	Briesnitz	10. - 13. Jh.	Mittelalter	**87	35,5	43,8
Eichelberger J	1996	Berlin	12. - 18. Jh.	ab Mittelalter	163	68,2	79,3
Loysa P	1989	Laas (Oschatz)	14. - 18. Jh.	ab Mittelalter		29,0	

* Individuen der Altersgruppe Juvenil bis Frühadult (13-29 Jahre)

** Individuen der Altersgruppen Infans II und Juvenil bis Frühadult zusammen (7-29 Jahre)

Für das eigene Material kann abschließend festgestellt werden, dass sich die beiden Indices (CDI und CAI) von den Milchgebissen (CDI = 34,4 % ; CAI = 47,4 %) hin zu den Dauergebissen (CDI = 42 % ; CAI = 50,5 %) verbessern. Dieser Trend ist auch bei den in Tabelle 57 und 58 dargestellten Arbeiten zu beobachten. Im Mittelwert liegt der CDI der Dauergebisse aller Vergleichsarbeiten um 14,6 % höher als der aller Milchgebissserien. Eine mögliche Ursache ist die, dass mit zunehmendem Alter das entsprechende Skelettmaterial stabiler wird. Während der Wachstumsphase kann eine Zunahme der Knochenmineralisation und die damit verbundene Festigkeit der Kieferknochen beobachtet werden (Schumacher 1989). Eine kleine, substanzarme und noch wenig mineralisierte Mandibula eines Kleinkindes ist für Zersetzungsprozesse anfälliger als eine vergleichbare ausmineralisierte Mandibula von Erwachsenen. Demnach müssten bei den Milchgebissen mehr postmortale Zahnverluste zu verzeichnen sein als bei den Dauergebissen. Vergleiche mit anderen Arbeiten bestätigen diese Annahme, da auch dort die Dauergebisse besser als die Milchgebisse erhalten waren (vgl. Wagner 1988, Rabold 1983, Pertsch 1987). Aus der Differenz von CAI und CDI ergibt sich die Anzahl der postmortalen Zahnverluste in Prozent (Vollandt 2001).

$$\text{CAI} - \text{CDI} = (\text{Anzahl postmortal verlorener Zähne} \times 100) / \text{Anzahl möglicher Zahnorte}$$

Eine hohe Differenz deutet auf einen hohen Anteil postmortalen Zahnerluste hin und spiegelt diesen prozentual wieder (vgl. Tab.59).

Tab.59: Vergleich des CDI und CAI im Gräberfeld Briesnitz zu den Mittelwerten von CDI und CAI aller Vergleichserien sowie deren Differenzen

Gebissklasse	CDI Mittelwert	CDI Briesnitz	CAI Mittelwert	CAI Briesnitz	CAI-CDI Mittelwert	CAI-CDI Briesnitz
Milchgebiss	44,1 %	34,4 %	65,2 %	47,4 %	21,1 %	13 %
Dauergebiss	58,7 %	42,0 %	71,6 %	50,5 %	12,9 %	8,5 %

An dieser Stelle bestätigt sich, dass in den Dauergebissen prozentual weniger Zähne post mortem verloren gehen als in den Milchgebissen (Tab.59). Weiterhin fällt auf, dass die ermittelten Werte für CDI und CAI im eigenen Material in beiden Gebissklassen (Milch- und Dauergebiss) deutlich unter den Mittelwerten der Vergleichserien liegen. Vollandt (2001) sieht eine mögliche Ursache für den schlechten Erhaltungszustand am Einfluss des physiologischen Zahnwechsels in der Wechselgebissphase der Altersgruppe Infans 2. Da in dieser Phase der Gebissentwicklung die Milchzahnwurzeln resorbiert werden, die Wurzeln der bleibenden Zähne noch nicht vollständig ausgebildet sind sowie der Alveolarspalt bedingt durch den Durchbruch erweitert ist, könnten die Zähne beider Dentitionen bei den Ausgrabungen leichter verloren gegangen sein als fest im Kiefer verankerte Zähne (Vollandt 2001). Diese These kann jedoch am eigenen Material nicht betätigt werden, da die Differenz von CAI und CDI in der Altersgruppe Infans 1 mit 13 % deutlich höher ist als in der Gruppe Infans 2 mit 5,5 %. Das zeigt, dass in der Phase des Zahnwechsels prozentual weniger Zähne post mortem verloren gegangen sind als in der Milchgebissphase. Kaiser (in Vorb.) kommt anhand seiner Berechnungen zu dem gleichen Schluss. Ein offensichtlicher Grund des vergleichsweise schlechten Erhaltungszustandes ist die unterschiedliche Berechnungsweise von CDI und CAI gegenüber den genannten Autoren. Es ergibt sich automatisch ein schlechterer Erhaltungszustand für die Arbeiten, welche ihre Dauergebisse durch die Anzahl von maximal 32 Zahnorten anstelle von 28 Zahnorten teilen. Als weitere Ursache für den schlechten Erhaltungszustand kommen Bestattungsweise sowie unterschiedliche Bodenverhältnisse zwischen den Gräberfeldern in Frage. Bindel et al. (im Druck) bestätigen die Theorie einer „chaotischen“ Bestattungsweise der Individuen. Sie geben an, dass ein Großteil der Skelettfunde bzw. -fragmente nicht mit der nötigen Sicherheit einem Individuum zugeordnet oder zu einem Individuum zusammengefasst werden konnte. Die Zahl und die Verteilung von Skeletten in Gräberfeldern werden nach Meindl und Russell (1998) und Protsch (1989) von äußeren/heutigen Faktoren (Grabungstechnik, Auswertung etc.), von natürlichen Faktoren (Bodenbeschaffenheit usw.) sowie von sozialen oder historischen Faktoren (Migration, Bestattungssitten, Infantizid usw.) beeinflusst.

7 Schlussfolgerungen und Ausblick

Die Altersschätzung von Kindern und jungen Erwachsenen anhand der Zahnentwicklung ist anerkannt eine der exaktesten Methoden, um das Alter eines Individuums zu schätzen (Kahl und Schwarze 1988, Mincer et al. 1993). Die Mineralisation der Zähne liefert hierbei genauere Ergebnisse als die Zahneruption. Dabei gilt, dass je älter ein Kind wird, desto ungenauer wird die Schätzung. Eine zuverlässige Aussage ist bis zum Abschluss der Entwicklung des zweiten Molaren möglich. Die Genauigkeit der Vergleichsmethoden (Demirjian et al. 1973, Haavikko 1973a/b, Liliequist und Lundberg 1971) liegt dabei bei Kaukasiern je nach angewandter Methode bei ca. +/- 1,1 bis +/- 2,1 Jahren im 95 % Konfidenzintervall (Staaf et al. 1991, Mörnstad et al. 1994).

Besonders für historisches Skelettmaterial gilt, dass es nicht immer vollständig erhalten ist. Dieser Untersuchung lag schlecht erhaltenes Material zu Grunde. Je weniger Zahnmaterial pro Individuum vorhanden ist, desto ungenauer wird eine Altersschätzung.

Die von Ubelaker (1978) entwickelte Methode der Beurteilung des Durchbruchs- und Mineralisationsstandes der Zähne gilt für eine nordamerikanische Population. Ob sie jedoch bei der Anwendung in anderen ethnischen Gruppen zu einer Überschätzung oder Unterschätzung des Lebensalters führt ist nicht bekannt und sollte überprüft werden. Die in der Literatur vorhandenen Daten zeigen sehr deutlich, dass der durchschnittliche Zeitpunkt des Zahndurchbruchs in unterschiedlichen ethnischen Gruppen aufgrund von exogenen sowie endogenen Einflüssen auf die Zahnentwicklung variiert. Zum Beispiel führt die von Demirjian et al. (1973) entwickelte Methode bei Kaukasiern und auch bei anderen ethnischen Gruppen zu einer Überschätzung (Kullman 1995, Olze et al. 2003). Diese Überschätzungen sind bei älteren Kindern, sowie bei Knaben ausgeprägter und können bis zu 3 Jahren betragen. Weiterhin müsste bei einer Überprüfung der Methode von Ubelaker (1978) an rezentem Material der akzellerationsbedingte frühere Zahndurchbruch berücksichtigt werden (Bernhard u. Glöckler 1995, Kromeyer u. Wurschi 1996). Demnach besteht die Gefahr der Altersüberschätzung bei historischem Material.

Wenn es Ziel ist, in Ergänzung zu der Methode von Ubelaker (1978) das Alter von Individuen im Altersbereich von 15 bis 21 Jahren anhand der Zahnentwicklung zu schätzen, kann aufgrund mangelnder Alternativen die Entwicklung des Weisheitszahns unter Berücksichtigung seiner Wachstumsschwankungen verwendet werden. Dabei sollten alle verfügbaren dritten Molaren des Individuums zur Altersschätzung herangezogen werden, da die Genauigkeit der Altersschätzung mit der Anzahl der untersuchten Weisheitszähne steigt (Phrabhakaran 1995). Das nach der Methode von Moorrees et al. (1963) bestimmte mittlere Alter der 15 bis 21-jährigen Individuen gibt einen verwertbaren Hinweis für eine detailliertere Unterteilung der Altersgruppe Juvenil bis Frühadult.

Die gewonnenen Daten der vorliegenden Arbeit bilden die Grundlage für weitere Untersuchungen am Gräberfeldes Briesnitz. So wäre es sinnvoll, wenn die Korrelation zwischen dem Zahnalter und den Knochenmaßen (Liss 2001) anhand der Individuen, von denen beide Skelettbestandteile vorhanden sind, erarbeitet wird. Auf der Basis dieser Ergebnisse kann dann das Alter der subadulten Individuen, von denen kein Zahnmaterial vorhanden ist, mit Hilfe der Länge der Langknochen speziell für die untersuchte slawische Population geschätzt werden. Dieses Vorgehen hätte den Vorteil, dass das Verhältnis zwischen der Länge der Langknochen und dem Zahnalter an ein und demselben Gräberfeld erarbeitet wird und somit nicht auf die Standards, welche von anderen Populationen abgeleitet wurden, zurückgegriffen werden muss.

Es ist vorstellbar, dass beispielsweise weitere Untersuchungen über das Vorkommen von Parodontopathien, Karies und Abrasion in Bezug zu dem ermittelten Alter der 142 Individuen durchgeführt werden.

8 Literatur- und Quellenverzeichnis

Acsádi G, Nemeskéri J. 1970. History of Human Life Span and Mortality. Budapest: Akadémiai Kiadó.

Adler P. 1952. Über den Einfluss protektiver, jedoch atoxischer Fluormengen im Trinkwasser auf den Zahndurchbruch, insbesondere auf den Wechsel der Seitenzähne. Dt Zahn- Mund- und Kieferheilkd, 9: 16-18.

Adler P. 1957. Korrigierte Tabellen zur Bestimmung des dentalen Alters nach den Verfahren von Matiegka. Dt Zahn- Mund- und Kieferheilkd, 27: 190-195.

Adler P. 1958. Die Zahl der bleibenden Zähne in den einzelnen Lebensjahren während der Wechselgebissperiode. Dt Zahnärztl Zeitschr, 13: 1063-1066.

Adler P. 1967a. The comparison of the state of eruption of 2 pairs of teeth for the determination of the eruption sequence of the teeth. Dt Zahn- Mund- und Kieferheilkd Zentralbl, 49(1): 315-318.

Adler P. 1967b. Die Chronologie der Gebißentwicklung. In: Harndt E, Weyers H, Hrsg. Zahn-Mund- und Kieferheilkunde im Kindesalter. Berlin: Quintessenz, 38-79.

Alvesalo L. 1997. Sex chromosomes and human growth. A dental approach. Hum Genet, 101: 1-5.

Alvesalo L, Portin P. 1980. 47, XXY males: sex chromosomes and tooth size. Am J Hum Genet, 32: 955-959.

Alvesalo L, Tammissalo E, Hakola P. 1985. Enamel thickness in 47, XYY males' permanent teeth. Ann Hum Biol, 12: 421-427.

Ariés P. 1996. Geschichte der Kindheit. Zwölfte Aufl. München: Deutscher Taschenbuch Verlag.

Bach A. 1978. Neolithische Populationen im Mittelbe-Saale-Gebiet. Weimar: Weimarer Monographien zur Ur- und Frühgeschichte 1.

Bach A. 1985. Stomatologische Untersuchungen an ur- und frühgeschichtlichen Bevölkerungen aus dem Mittelbe-Saale-Gebiet. EAZ, 26: 259-280.

Bach A, Bach H. 1975. Zur Anthropologie der Schnurkeramiker II. In: Bach A, Bach H, Gall W, Feustel R, Teichert M, Hrsg. Zur Anthropologie der Schnurkeramiker II. Alt-Thüringen, 13: 43-107.

Bach H, Dusek S. 1971. Slawen in Thüringen: Geschichte, Kultur und Anthropologie im 10. bis 12. Jahrhundert. Weimar : Weimarer Monographien zur Ur- und Frühgeschichte 2.

Back T, Ginis I. 1983. Odontologische Untersuchungen an Schädeln des merowingerzeitlichen Friedhofs Griesheim bei Darmstadt [Dissertation]. Gießen: Justus-Libig-Universität.

Bauer G. 1927. Über die Durchbruchszeiten der bleibenden Zähne [Dissertation]. Frankfurt/Main: Johann-Wolfgang-Goethe-Universität.

Bauer VP, Binder K, Bukovics E, Daimer I, Keresztesi K, Kleinert W, Schreiber V, Überhuber CW, Westphal G, Wohlzogen FX. 1974. Eruption bleibender Zähne in Gebieten mit niederem und hohem Fluoridgehalt des Trinkwassers. Österr Z Stomatol, 71: 122-137 und 162-174.

Bauer VP, Binder K, Husinsky I, Kleinert W, Künzel W, Schreiber V, Überhuber CW, Westphal G, Wohlzogen FX. 1978. Berechnungen des durchschnittlichen posteruptiven Zahnalters auf Grund der Ergebnisse von Querschnittsuntersuchungen. Dt Zahn- Mund- und Kieferheilk, 66: 227-241.

Bennholdt-Thomsen C. 1938. Über die Acceleration der Entwicklung der heutigen Jugend (Kritik ihrer auslösenden Momente). Klin Wochenschr, 17: 865-871.

Bernhard W, Glöckler CH. 1995. Neuere Untersuchungen zur Frage der säkulären Akzelleration der zweiten Dentition. Z morph Anthropol, 81 (1): 111-123.

Biedermann U. 2003. Zur Altersschätzung anhand von Schädelknochen und Schädelknochenfragmenten aus dem mittelalterlichen Gräberfeld Dreden-Briesnitz [Dissertation]. Jena: Friedrich-Schiller-Universität.

Billewicz WA, Mc Gregor IA. 1975. Eruption of permanent teeth in West African (Gambian) children in relation age, sex and physique. Ann Hum Biol, 2: 117-128.

Bindel R, Bock S, Häckel M, Müller C, Bruchhaus H. im Druck. Zur anthropologischen Untersuchung des Gräberfeldes Briesnitz bei Dresden- Stand der Bearbeitung. In: Benecke N, Hrsg. Beiträge zur Archäozoologie und Prähistorischen Anthropologie Band VI.

Blunk W. 1990. Erkrankung der endokrinen Drüsen. In: Harnack von GA und Heimann G, Hrsg. Kinderheilkunde. Achte Aufl. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag, 113-136.

Bock S. 2002. Dentalanthropologische Untersuchungen an bodengelagertem Skelettmaterial [Magisterarbeit]. Jena: Friedrich-Schiller-Universität.

Bolk L. 1911. Über die Phylogenese des Primatengebisses und das Zukunftsgebiß des Menschen. Zeitschr Morph u Anthropol, 13: 31-56. zit in: Schumacher G, Schmidt H. 1990. Anatomie und Biochemie der Zähne. Vierte Aufl. Berlin: Volk und Gesundheit.

Bornhöft B. 2005. Dentalanthropologische Untersuchungen an bronzezeitlichen Skelettfunden (Parodontopathien) [Magisterarbeit]. Jena: Friedrich-Schiller-Universität.

Breustedt A, Lenz E, Musil R, Stragemann G, Taege F, Weiskopf J.(1987). Prothetische Stomatologie. Zweite Aufl. Leipzig: Johann Ambrosius Barth.

- Brinch O, Møller-Christensen V. 1949. Über vergleichende Untersuchungen über die Kariesvorkommen an archäologischem Schädelmaterial. Schweiz Monatsschr Zahnheilk, 59 (11): 853-883.
- Broadbent BH. 1941. Ontogenetic development of occlusion. Angle Orthod, 11: 223-229.
- Buselmaier W, Tariverdan G. 1991. Humangenetik. Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
- Cantu G, Buschang PH, Gonzales JL. 1997. Differential growth and maturation in idiopathic growth-hormone-deficient children. Eur J Orthod, 19: 131-139.
- Cifuentes E, Alvarado J. 1973. Assessment of deciduous dentition in Guatemalan children. J Trop Pediatr Environ Child Health, 19: 211-212.
- Clements EMB, Davies-Thomas E, Pickett KG, 1957. Time and order of eruption of permanent teeth in British children at independent rural and urban schools. Br Med J, 1: 1511-1513.
- Demirjian A. 1986. Dentition. In: Falkner F, Tanner JM, Hrsg. Human growth. Zweite Aufl. London: Bailliere Tindall, 268-298.
- Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. 1973. A new system of dental age assessment. Hum Biol, 45: 211-227.
- De Mause L. 1974. Hört ihr die Kinder weinen- eine phylogenetische Geschichte der Kindheit. Siebente Aufl. Frankfurt/Main: Suhrkamp.
- De Salvia A, Calzetta C, Orrico M, De Leo D. 2004. Third mandibular molar radiological development as an indicator of chronological age in a European population. For Sci Int, 146: 9-12.
- Diez C, May Y. 1975. Stomatologisch-anthropologische Untersuchungen an Skeletten eines mittelalterlichen Gräberfeldes aus dem deutsch-slavisches Kontaktgebiet (Zöllnitz, Kreis Jena) [Diplomarbeit]. Jena: Friedrich-Schiller-Universität.
- Dokládál M. 1985. Zur Problematik der Eruption der zweiten Dentition. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock: Oral-Anatomie, 3 Interdisziplinäres Symposium, 33-36.
- Duterloo HS. 1992. Atlas der Gebissentwicklung. Hannover: Schlütersche Verlagsanstalt und Druckerei.
- Eichelberger J. 1996. Zähne und Zahnhalteapparat von Skeletten der Berliner Nikolaikirche [Dissertation]. Berlin: Charite/ Humboldt-Universität.
- Eismann D. 1976. Zur didaktischen Einheit von Norm und Individualität für die Beurteilung der Entwicklung des Wechselgebisses. Stomatol DDR, 26: 322-326.
- Eskeli R, Laine-Alava MT, Hausen H, Phakala R. 1999. Standards for permanent tooth emergency in Finnish children. Angle Orthod, 69: 529-533.

Fabrizii-Reuer S, Reuer E. 2001. Das frühmittelalterliche Gräberfeld von Pottenbrunn, Niederösterreich. Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaft.

FDI-System. 1971. Federation Dentaire Internationale: Zweiziffriges System zur Zahnbezeichnung. *Int Dent J*, 21: 104.

Ferembach D, Schwidetzky I, Stloukal M. 1979. Empfehlungen für die Alters- und Geschlechtsdiagnose am Skelett. *Homo*, 30 (2): 1-32.

Fleischer-Peters A, Ziegler S. 1983. Untersuchung über Zahn- Skelett- und Längenalter bei Patienten mit hypophysärem Minderwuchs. *Dt Zahnärztl Zeitschr*, 38: 776-784.

Fleshman K. 2000. Bone age determination in a paediatric population as an indicator of nutritional status. *Trop Doct*, 30: 16-18.

Flügel B, Greil R, Sommer K. 1986. Anthropologischer Atlas. Berlin: Tribüne.

Garn SM, Lewis AB, Polachek DL. 1959. Sibling similarities in dental development. *J Dent Res*, 39(1): 170-175.

Garn SM, Lewis AB, Kerewsky R. 1965. X-linked inheritance of tooth size. *J Dent Res*, 44: 439–441

Garn SM, Sandusky ST, Nagy JM, Trowbridge FL. 1973. Negro Caucasoid differences in permanent tooth emergence at a constant income level. *Arch Oral Biol*, 18: 609-615.

Gat H. 1972. An evaluation of dental ages of Norwegian children from the Bergen area [Dissertation]. Bergen: Universität Bergen.

Glasstone HS. 1965. The concept of tooth development during the seventeenth, eighteenth and nineteenth centuries. *Bull History Dent*, 131(1-3): 15-54. zit in: Würtz G. 1985. Zahnentwicklung: Kenntnisstand im Ablauf der Geschichte [Dissertation]. Gießen: Justus-Liebig-Universität.

Gleiser I, Hunt EE. 1955. The permanent mandibular first molar: its calcification, eruption and decay. *Am J Phys Anthropol*, 13: 253-284.

Glöckler C. 1992. Neuere Untersuchungen über den Zahndurchbruch bei Mädchen im Hinblick auf eine säkuläre Akzeleration [Dissertation]. Mainz: Johannes-Gutenberg-Universität.

Graudenz E. 1954. Die Akzeleration der zweiten Dentition unter den Verhältnissen einer Großstadt im Jahre 1953/54 [Dissertation]. Berlin: Charite/ Humboldt-Universität.

Grupe G, Christiansen K, Schröder I, Wittwer-Backofen U. 2005. Anthropologie - Einführendes Lehrbuch. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.

Haavikko K. 1970. The formation and the alveolar and clinical eruption of the permanent teeth. An orthopantomographic study. *Suom Hammaslääk Toim*, 65: 103-170.

Haavikko K. 1973a. The physiological resorption of the roots of deciduous teeth in Helsinki children. *Proc Finn Dent Soc*, 69: 93-98.

Haavikko K. 1973b. Correlation between the root resorption of deciduous teeth and the formation of the corresponding permanent teeth. *Proc Finn Dent Soc*, 69: 191-201.

Häckel M, Wagner K, Bruchhaus H. 2001. Anthropologische Untersuchungen am mittelalterlichen Gräberfeld von Dreden-Briesnitz. In: May E, Benecke N, Hrsg. Beiträge zur Archäozoologie und Prähistorischen Anthropologie Band III, 106-111.

Hägg U, Matsson L. 1985. Dental maturity as an indicator of chronological age: the accuracy and precision of three methods. *Eur J Orthod*, 7(1): 25-34.

Harzer W. 1987. A hypothetical model of genetic control of tooth-crown growth in man. *Arch Oral Biol*, 32: 159-162.

Harzer W, Ganzenberg S, Trojandt A. 1984. Längsschnittuntersuchung zur ersten Wechselgebissphase an 250 Dresdner Schulkindern. *Stomatol DDR*, 34 (9): 544-548.

Harzer W, Ullmann J. 1990. Dentition und Kieferwachstum an 60 ein- und zweieiigen Zwillingen zwischen dem 10. und 18. Lebensjahr. *Fortschr Kieferorthop*, 51: 293-296.

Haschen S. 1991. Stomatologische Untersuchungen an der linienbandkeramischen Bevölkerung von Wandersleben [Dissertation]. Jena: Friedrich-Schiller-Universität.

Heinrich W. 2001. Zwetendorf – ein Gräberfeld aus dem 10. – 11. Jahrhundert. Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.

Hellman, M. 1943. The phase of development concerned with erupting permanent teeth. *Am J Orthod*, 29: 507-526.

Hellwig E, Klimek J, Attin T. 1995. Einführung in die Zahnerhaltung. München, Wien, Baltimore: Urban & Schwarzenberg Verlag.

Henker J, Wagner K. 1998. Archäologische Untersuchungen am Taschenbergpalais in Dresden, am Briesnitzer Burgwardmittelpunkt und im Klosterhof Leubnitz. In: Landesamt für Denkmalpflege Sachsen, Hrsg. Denkmalpflege in Sachsen 1894-1994. Weimar: Böhlau Nachfolger, 121-146.

Hennemann K, Holtgrave E-A. 1989. Auswirkungen eines vorzeitigen Milchzahnverlustes auf die nachfolgenden Prämolaren. *Fortschr Kieferorthop*, 50: 35-42.

Herrmann B. 1994. Archäometrie- Naturwissenschaftliche Analyse von Sachüberresten. Berlin: Springer Verlag.

Heumann S. 2000. Dentalanthropologische Untersuchungen an neolithischem Skelettmaterial des Mittelbe-Saale-Gebietes [Dissertation]. Jena: Friedrich-Schiller-Universität.

Holtfreter J. 1989. Zur Anthropologie der Aunjetitzer des Mittelbe – Saale – Gebietes. In: Bach H, Hrsg. Paläanthropologie im Mittelbe – Saale – Werra – Gebiet : Beiträge zur Rekonstruktion der biologische Situation ur- und frühgeschichtlicher Bevölkerungen. Weimar : Weimarer Monographien zur Ur- und Frühgeschichte, 23: 105-132.

Hühne - Osterloh G. 1989. Ursachen von Kindersterblichkeit in einer hochmittelalterlichen Skelettserie. Anthropol Anz, 47: 11-25.

Hüttig U. 1981. Stomatologische Untersuchungen an Schädeln von Kindern und Jugendlichen aus dem Neolithikum des Mittelbe-Saale-Gebietes [Dissertation]. Jena: Friedrich-Schiller-Universität.

Hüttig KP. 1981. Stomatologische Untersuchungen an Angehörigen der Aunjetitzer Kultur des Mittelbe-Saale-Gebietes [Dissertation]. Jena: Friedrich-Schiller-Universität.

Janson I. 1970. Die mittleren Durchbruchzeiten der bleibenden Zähne des Menschen. Eine kritische Analyse bisheriger Forschungsergebnisse verbunden mit einer Untersuchung an Münchener Kindern [Dissertation]. München: Ludwig-Maximilians-Universität.

Kahl B, Schwarze C. 1988. Aktualisierung der Dentitionstabelle von Schour und Massler von 1941. Fortschr Kieferorthop, 49 (5): 432-443.

Kaiser M. in Vorb. Altersschätzung der Individuen des Gräberfeldes Melchendorf (Bronzezeit) an Hand des Zahndurchbruches und der Mineralisation der Zähne [Dissertation]. Jena: Friedrich-Schiller-Universität.

Kessler W, Schmitz W. 1953. Kinder – Zahnheilkunde und Jugendzahnpflege. Dritte staatl Erw u verb Auflage. München: Hauser.

Kniebel C. 1986. Paläodontologische Untersuchungen der Skelettfunde vom Tahkt- i Suleimann [Dissertation]. Berlin: Charite/ Humboldt-Universität. zit in: Pfützner T. 1999. Zahnmedizinische Untersuchungen an mittelalterlichem Skelettmaterial unter besonderer Berücksichtigung der Parodontopathien [Dissertation]. Jena: Friedrich-Schiller-Universität.

Kochhar R, Richardson A. 1998. The chronology and sequence of eruption of human permanent teeth in Northern Ireland. Int J Paediatr Dent, 8: 243-252.

Koenig K. 1993. Möglichkeiten der Altersbestimmung Jugendlicher und Heranwachsender: eine Auswertung der Literatur [Dissertation]. Hamburg: Universität Hamburg.

Korkhaus G. 1939. Gebiss-, Kiefer- und Gesichtorthopädie. In: Bruhn C, Hrsg. Handbuch der Zahnheilkunde. München: J F Bergmann: 1-742.

Koshy S, Tandon S. 1998. Dental age assessment: the applicability of Demirjian's method in south Indian children. Forensic Sci Int, 94 (2): 73-85.

Kotilainen J, Pirinen S. 1999. Dental majority is advanced in Fragile X syndrome. Am J Med Genet, 83: 298-301.

- Kromeyer K, Wurschi F. 1996. Zahneruption bei Jenaer Kindern in der ersten Phase des Wechselgebisses. *Anthrop Anz*, 54 (1): 57-70.
- Kübler W. 1990. Erkrankung der endokrinen Drüsen. In: Harnack von GA und Heimann G, Hrsg. *Kinderheilkunde*. Achte Aufl. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag, 107-110.
- Künzel W. 1976. Querschnittsvergleich mittlerer Eruptionstermine permanenter Zähne bei Kindern in fluorarmen und kariesprotektiv optimierten Trinkwassergebieten. *Stomatol DDR*, 26: 310-321.
- Künzel W. 1984. Zur Abhängigkeit des Dentitionsverhaltens bleibender Zähne vom Milchzahnbestand. *Zahn- Mund- u Kieferheilkd Zentralbl*, 72(5): 411-419.
- Kullman L. 1995. Accuracy of two dental and one skeletal age estimation method in Swedish adolescents. *For Sci Int*, 75(2-3): 225-236.
- Kullman L, Johanson G, Akesson L. 1992. Root development of the lower third molar and its relation to chronological age. *Swed Dent J*, 16(4): 161-167.
- Levesque GY, Demirjian A, Tanguay R. 1981. Sexual dimorphism in the development, emergence and agnesis of the mandibular third molar. *J Dent Res*, 60: 1735-41.
- Lewis AB, Garn SH. 1960. The relationship between tooth formation and other maturational factors. *Angle Orthod*, 30(2): 70-77.
- Liliequist B, Lundberg M. 1971. Skeletal and tooth development: a methodological investigation. *Acta Radiol*, 11: 97-112.
- Lin F, Zhao L, Wise GE. 1996. In vivo and in vitro effects of epidermal growth factor on its receptor gene expression in rat dental follicle cells. *Arch Oral Biol*, 41: 485-491.
- Liss M. 2001. Rekonstruktion der Altersstruktur subadulter Individuen anhand von Lang- und Beckenknochen aus dem mittelalterlichen Gräberfeld Dresden – Briesnitz [Dissertation]. Jena: Friedrich-Schiller-Universität.
- Liss M, Bruchhaus H. 2001. Zur Rekonstruktion subadulter Individuen eines mittelalterlichen Gräberfeldes anhand von Langknochen und Hüftbeinfragmenten. In: Benecke N, Hrsg. *Beiträge zur Archäozoologie und Prähistorischen Anthropologie Band III*, 154-157.
- Loitz K. 1992. Untersuchung zur Entwicklung des Weisheitszahnes als ein Kriterium der Altersbestimmung [Dissertation]. Hamburg: Universität Hamburg.
- Loysa P. 1989. Gebissbefunde am Skelettmaterial aus dem Beinkeller von Laas (Kreis Oschatz) [Dissertation]. Berlin: Charite/ Humboldt-Universität.
- Maki K, Morimoto A, Nishioka T, Kimura M, Braham RL. 1999. The impact of race on tooth formation. *J Dent Child*, 66: 353-356.

- Meindl R, Russell K. 1998. Recent Advances in Method and Theory in Palaeodemography. *Annual Review of Anthropology*, 27: 375.
- Mensforth R. 1985. Relative tibia long bone growth in the Libben and Bt-5 Prehistoric skeletal populations. *Am J Phys Anthropol*, 68: 247-262.
- Mesotten K, Gunst K, Carbonez A, Willems G. 2002. Dental age estimation and third molars: a preliminary study. *For Sci Int*, 129(2): 110-115.
- Meyer W. 1951. *Normale Histologie und Entwicklungsgeschichte der Zähne des Menschen*. Zweite Aufl. München: Carl Hanser.
- Miles A, Bulmann J. 1994. Growth curves of immature bones from a Scottish Island population of sixteenth to mid – nineteenth century: Limb- bone diaphyses and some bones of the hand and foot. *Int J Osteoarchaeol*, 4: 121-136.
- Mincer H, Harris E, Berryman H. 1993. The A.B.F.O. Study of third molar development and its use as an estimator of chronological age. *J Forens Sci*, 38(2): 79-90.
- Mörnstad H, Staaf V, Welander U. 1994. Age estimation with the aid of tooth development: a new method based on objective measurements. *Scand J dent Res*, 102:137-143.
- Moorrees C, Fanning E, Hunt E Jr. 1963. Age variation of formation stages for ten permanent teeth. *J Dent Res*, 42: 1490-1502.
- Mühlreiter E. 1870. *Anatomie des menschlichen Gebisses: Mit besonderer Rücksicht auf die Bedürfnisse der Zahnersatzkunde*. Leipzig: Felix.
- Mukherjee DK. 1973. Deciduous dental eruption in low income group Bengali Hindu children. *J Trop Pediatr Environ Child Health*, 19: 207-210.
- Muretic Z, Lapter V, Percac H, Skrinjaric L. 1987. Variationen der ossealen, dentalen und somatischen Entwicklungen bei Zwillingen. *Fortschr Kieferorthop*, 48: 390-396.
- Nadler GL. 1998. Earlier dental maturation: Fact or fiction? *Angle Orthod*, 68: 535-538.
- Nolla CM. 1960. The development of the permanent teeth. *J Dent Child*, 27(4): 254-266.
- Nystrom M, Peck L, Kleemola-Kujala E, Evalahiti M, Kataja M. 2000. Age estimation in small children: reference values based on counts of deciduous teeth in Finns. *For Sci Int*, 110(3): 179-88.
- Olze A, Schmeling A, Taniguchi M, Maeda H, van Nickerk P, Wernecke KD, Geserick G. 2003. Forensic age estimation in living subjects: the ethnic factor in wisdom tooth mineralisation. *Int J of Legal Medicine*: 414-434.

- Olze A, Taniguchi M, Schmeling A, Zhu B-L, Yamada Y, Maeda H, Geserick G. 2004. Studies of the chronology of third molar mineralization in a Japanese population. *Int J of Legal Medicine Legal Med.*, 6 (2): 73-79.
- Ostermeier M. 1985. Untersuchungen zur Genauigkeit verschiedener Methoden der Zahnaltersbestimmung [Dissertation]. Erlangen/Nürnberg: Friedrich-Alexander-Universität.
- Pasler FA. 1989. Zahnärztliche Radiologie. Zweite überarb Aufl. Stuttgart: Thieme Verlag.
- Pelsmaekers B, Loos R, Carels C, Derom C, Vlietinck R. 1997. The genetic contribution to dental maturation. *J Dent Res*, 76: 1337-1340.
- Penser E. 1985. Stomatologische Untersuchungen an erwachsenen Neolithikern aus dem Mittelbe- Saale-Gebiet [Dissertation]. Jena: Friedrich-Schiller-Universität.
- Pertzsch R. 1987. Stomatologische Untersuchungen an Schädeln der hochmittelalterlichen Bevölkerungsgruppe von Dreitzsch, Kr. Pößneck [Dissertation]. Jena: Friedrich-Schiller-Universität.
- Pfau R, Sciulli P. 1994. A method for establishing the age of subadults. *J Forens Sci*, 39(1): 165-176.
- Pfützner T. 1999. Zahnmedizinische Untersuchungen an mittelalterlichem Skelettmaterial unter besonderer Berücksichtigung der Parodontopathien [Dissertation]. Jena: Friedrich-Schiller-Universität.
- Phrabhakaran N. 1995. Age estimation using third molar development. *Malaysian J Pathol*, 17 (1): 31-34.
- Pilz MEW, Reimann W, Krause DH. 1980. Gerichtliche Medizin für Stomatologen. Leipzig: J A Barth Verlag.
- Plathner CH. 1968. Pathologie der Dentitionen. In: Pilz MEW, Plathner CH, Taatz H. *Grundlagen der Kariologie und Endodontie*. Leipzig: J A Barth Verlag, 96-128.
- Pöyry M, Nystrom M, Ranta R. 1986. Comparison of two tooth formation rating methods. *Proc Finn Soc*, 82: 127-133.
- Prigge R. 1936. Die Wachstumsbeschleunigung der Leipziger Schulkinder und ihre Beziehung zum Durchbruch der Sechsjahrmolaren [Dissertation]. Leipzig: Universität Leipzig.
- Protsch A. 1989. Zahnpathologische und zahnmorphologische Untersuchungen an der frühmittelalterlichen Population der Eppstein-Frankenthal-Serie 1 [Dissertation]. Mainz: Johannes-Gutenberg-Universität.
- Que B, Lumpkin S, Wise G. 1999. Implications for tooth eruption of the effect of interleukin-1alpha on nuclear factor- kappa B gene expression in the rat dental follicle. *Arch Oral Biol*, 44: 961-967.

Rabold C. 1983. Stomatologische Untersuchungen an Kindern und Jugendlichen der mittelalterlichen Bevölkerung von Rohnstedt, Kreis Sondershausen [Dissertation]. Jena: Friedrich-Schiller-Universität.

Reinhardt W. 1969. Stomatologische und anthropologische Untersuchungen an Schädeln von Erwachsenen aus dem 11. und 12. Jhd. [Dissertation]. Jena: Friedrich-Schiller-Universität.

Ritter H. 1981. Humangenetik. Dritte Aufl. Freiburg, Basel, Wien: Herder.

Rönnermann A. 1977. The effect of early loss of primary molars on tooth eruption and space conditions: a longitudinal study. *Acta Odont Scand*, 35: 229-239.

Röse C. 1909. Über die mittleren Durchbruchzeiten der bleibenden Zähne des Menschen. *Dt Monatsschr Zahnheilkd*, 27(8): 553-570.

Rösing F, Graw M, Marré B, Ritz-Timme S, Rothschild M, Röttscher K, Schmelting A, Schröder I, Geserick G. 2005. Empfehlungen für die forensische Geschlechts- und Altersdiagnose am Skelett. *Anthropologischer Anzeiger*, 63(2): 221-232.

Röttscher K. 2000. Forensische Zahnmedizin. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag.

Ryman N, Lindsten J, Leikrans S, Filipsson R, Hall K, Hirschfeld J, Swan T. 1975. A genetic analysis of the normal body-height, growth and dental development in man. *Ann Hum Genet*, 39: 163-171.

Salzmann JA. 1954. General growth acceleration and retardation in relation to dentofacial development. *Am J Orthod*, 40: 243.

Sandmair K. 2003. Dentalanthropologische Untersuchungen an Skelettfunden des Gräberfeldes Melchendorf (Urnenfelderzeit) [Dissertation]. Jena: Friedrich-Schiller-Universität..

Sapoka AAM, Demirjian A. 1971. Dental development of the French-Canadian child. *Can Dent Assoc J*, 37: 100-104.

Schopf PM. 1970. Wurzelmineralisation und Zahndurchbruch im Wechselgebiss: eine Studie an Panoramaröntgenbildern. *Fortschr Kieferorthop*, 31: 39-56.

Schour I, Massler M. 1941. The development of the human dentition. *J Am Dent Assoc*, 28: 1153-1160.

Schroff B, Kashner JE, Keyser JD, Herbert C, Norris K. 1996. Epidermal growth factor and epidermal growth factor-receptor expression in the mouse dental follicle during tooth eruption. *Arch Oral Biol*, 41: 613-617.

Schumacher G. 1983. Odontographie. Leipzig: J A Barth Verlag.

Schumacher G. 1989. Embryonale Entwicklung des Menschen. Stuttgart: Fischer Verlag.

Schumacher G, Schmidt H. 1990. Anatomie und Biochemie der Zähne. Vierte Aufl. Berlin: Volk und Gesundheit.

Schwenzer N, Ehrenfeld M. 2000. Zahn-Mund- und Kieferheilkunde: Band 1, Allgemeine Chirurgie. Dritte Aufl. Stuttgart: Thieme Verlag.

Seeber F. 2006. Altersschätzung von Skelettfunden anhand von Zähnen unter besondere Berücksichtigung der Abrasion- ein Methodenvergleich [Dissertation]. Jena: Friedrich-Schiller-Universität.

Smith BH. 1991. Standards of human tooth formation and dental age assessment. In: Kelly M und Larsen CS, Hrsg. Advances in dental Anthropology. New-York: Wiley-Liss, 143-168.

Staaf V, Mörnstad H, Welander U. 1991. Age estimation based on tooth development: a test of reliability and validity. Scand J Dent Res, 99: 281-286.

Stloukal M. 1963. Der Gesundheitszustand des Gebisses bei der Population von großmährischen Mikulcice. Anthropologie, 1: 35-45.

Strouhal E. 1959. Zdravotni stav chrupu pravekeho cloveka z hlediska jeho zivotnich podminek [Diplomarbeit Manuskript]. Prag. zit. in: Stloukal M. 1963. Der Gesundheitszustand des Gebisses bei der Population von großmährischen Mikulcice. Anthropologie, 1: 35-45.

Sundick RI. 1978. Human skeletal growth and age determination. Homo, 29: 228-249.

Szilvassy J. 1988. Altersdiagnose am Skelett. In: Knussmann R, Hrsg. Anthropologie. Handbuch der vergleichenden Biologie des Menschen. Bd. I: Wesen und Methoden der Anthropologie. Stuttgart: Gustav-Fischer Verlag: 421-423.

Tanner J. 1962. Wachstum und Reifung des Menschen. Stuttgart: Thieme Verlag.

Thorson J, Hägg U. 1991. The accuracy and precision of the third molar as an indicator of chronological age. Swed Dent J, 15: 15-22.

Tillmann B. 1997. Farbatlas der Anatomie, Zahnmedizin-Medizin, Kopf-Hals-Rumpf. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag.

Ubelaker D. 1978. Human skeletal remains. Excavations, analysis, interpretation. Washington D C : Smithsonian Inst.

Vallejo-Bolanos E, Espana-Lopez A J, Munoz-Hoyos A, Fernandez-Garcia JM. 1999. The relationship between bone age, chronological age and dental age in children with isolated growth hormone efficiency. Int J Paediatr Dent, 9: 201-206.

Volkman A. 1983. Stomatologische Untersuchungen an Erwachsenen aus der Völkerwanderungszeit aus dem Thüringer Becken [Dissertation]. Jena: Friedrich-Schiller-Universität.

Volkman A, Kaiser M, Bruchhaus H. 2006. Altersschätzung anhand von Durchbruch und Mineralisation von Zähnen (Methodenvergleich). In: Benecke N, Hrsg. Beiträge zur Archäozoologie und Prähistorischen Anthropologie Band V, 148-155.

Vollandt K. 2001. Zahnmedizinische Untersuchungen an Kindern und jungen Erwachsenen des mittelalterlichen Gräberfeldes Briesnitz bei Dresden [Dissertation]. Jena: Friedrich-Schiller-Universität.

Vosseler B. 1982. Zahn- und Kieferbefunde von 123 frühmittelalterlichen Schädeln aus dem Gräberfeld in Weismain (Oberpfalz) [Dissertation]. München: Ludwig-Maximilians-Universität.

Wagner K. 1994. Burgwardmittelpunkt und Kirche in Dresden – Briesnitz. In: Oexle J, Hrsg. Frühe Kirchen in Sachsen. Stuttgart: Fischer Verlag, 199-204.

Wagner S. 1988. Stomatologische Untersuchungen an Kindern und Jugendlichen der Bronzezeit des Mittelbe-Saale-Gebietes [Dissertation]. Jena: Friedrich-Schiller-Universität.

Willershausen B, Löffler N, Schulze R. 2001. Analysis of 1202 orthopantomograms to evaluate the potential of forensic age determination based on third molar developmental stages. Eur J Med Res, 6(9): 377-384.

Wirth R. 2002. Dentalanthropologische Untersuchungen zur Abrasion an neolithischem Skelettmaterial des Mittelbe-Saale-Gebietes [Dissertation]. Jena: Friedrich-Schiller-Universität.

Wise GE. 1998. The biology of tooth eruption. J Dent Res, 77: 1576-1579.

Wise GE, Lin F. 1994. Regulation and localization of colony-stimulating factor-1 mRNA in cultured rat dental follicle cells. Arch Oral Biol, 39: 621-627. zit in: Porsche M. 2000. Untersuchungen zur zweiten Dentition bei 9- bis 15jährigen in Beziehung zu deren körperlicher Entwicklung [Dissertation]. Jena: Friedrich-Schiller-Universität.

Wise GE, Huang H, Que BG. 1999. Gene expression of potential tooth eruption molecules in the dental follicle of the mouse. Eur J Oral Sci, 107: 482-486. zit in: Porsche M. 2000. Untersuchungen zur zweiten Dentition bei 9- bis 15jährigen in Beziehung zu deren körperlicher Entwicklung [Dissertation]. Jena: Friedrich-Schiller-Universität.

Wise GE, Zaho L, Lin F. 1996. Effects of epidermal growth factor (EGF) and colony-stimulating factor-1 (CSF-1) on expression of c-fos in rat mandibular molars: implications for tooth eruption. Cell Tissue Res, 284: 1- 7. zit in: Porsche M. 2000. Untersuchungen zur zweiten Dentition bei 9- bis 15jährigen in Beziehung zu deren körperlicher Entwicklung [Dissertation]. Jena: Friedrich-Schiller-Universität.

Wurschi F. 1993. Vergleichende Untersuchungen zur Dentition an Jenaer Kindern und deren Beziehung zu körperlichen Wachstumsvorgängen [Dissertation]. Jena: Friedrich-Schiller-Universität.

Witzany E. 1983. Karieshäufigkeit und andere Zahn- und Kieferbefunde an mittelalterlichen Skeletten aus bayrischen Kirchen und Domen [Dissertation]. München: Ludwig-Maximilians-Universität.

Zielinsky H. 1980. Stomatologische Untersuchungen an Erwachsenen der mittelalterlichen Bevölkerung von Rohnstedt, Kreis Sondershausen [Dissertation]. Jena: Friedrich-Schiller-Universität.

9 Anhang

Abbildung 1 zeigt das von Volkmann et al. (2006) entwickelte Schema, welches es möglich macht, die verschiedenen Stadieneinteilungen der Zahnentwicklung der beschriebenen Autoren vergleichend gegenüberzustellen.

Tabelle 1 und 2 zeigen die Häufigkeit der vergebenen Durchbruchsstadien der Milch- sowie der bleibenden Zähne.

Tabellen 3 und 4 zeigen die Häufigkeit der vergebenen Mineralisations- sowie die Milchzahnresorptionsstadien aller beurteilbaren Milchzähne. Tabelle 5 zeigt die Häufigkeit der vergebenen Mineralisationsstadien für die bleibenden Zähne.

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis:

Abb.1: Methodenüberblick (Volkmann et al. 2006)

Tab.1: Häufigkeiten der vergeben Durchbruchsstadien aller Milchzähne

Tab.2: Häufigkeiten der vergeben Durchbruchsstadien aller Dauerzähne

Tab.3: Häufigkeiten der vergebenen Mineralisationsstadien aller Milchzähne

Tab.4: Häufigkeiten der vergebenen Milchzahnresorptionsstadien

Tab.5: Häufigkeiten der vergebenen Mineralisationsstadien der bleibenden Zähne





























































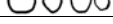










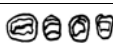



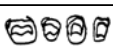





































<i>Gleiser & Hunt</i> (1955)	<i>Moorrees et al.</i> (1963)	<i>Liliequist & Lundberg</i> (1971)	<i>Haavikko</i> (1973)	<i>Demirjian et al.</i> (1973)
1 keine Zeichen von Kalzifikation 		0 Keine kalzifizierte Krone 		0 kein Anzeichen von Kalzifikation
2 initiale Kalzifikationszentren sichtbar 	1 initiale Kalzifikation der Krone 		1 initiale Kalzifikation der Krone 	A Beginn der Verkalkung im oberen Bereich der Keimhöhle in Form eines oder mehrerer umgekehrter Kegel; Verkalkungspunkte nicht verschmolzen 
3 Zusammenschluß von mind. 2 Kalzifikations- zentren 	2 Zusammen- schluß der Höcker- spitzen 			B Durch Verschmelzung der Ver- kalkungspunkte bilden sich ein oder mehrere Höcker, die zusammen eine regelmäßig umrissene Okklusalfäche ergeben 
4 Umriß der Höcker- spitzen komplett 	3 Höckerumriß vollständig 			
5 ½ der Krone ist kalzifiziert 	4 ½ der Krone ist kalzifiziert 	0.5 ½ der Krone ist kalzifiziert 	2 ½ der Krone ist kalzifiziert 	C a Schmelzbildung an der Okklusalf- fläche abgeschlossen, die Aus- dehnung und Konvergenz in Richtung Zahnhals ist sichtbar. C b Beginnende Dentinablagerung sichtbar C c Pulpakammer am okklusalen Rand gekrümmt 
6 2/3 der Krone ist kalzifiziert 				
	5 ¾ der Krone ist kalzifiziert 		3 ¾ der Krone ist kalzifiziert 	
7 Krone vollständig gebildet 	6 Krone vollständig gebildet 	1 Krone vollständig gebildet 	4 Krone vollständig gebildet 	D a Krone bis zur Schmelzement- grenze gebildet D b die Obergrenze bei einwurzligen Zähnen zeigt eine eindeutig ge- krümmte Form-> konkav in Richtung Zahnhalsregion; die Ausbuchtung der Pulpahörner ergibt den Umriß einer Schirm- spitze, bei Molaren hat die Pulpa eine trapezförmige Form 
8 initiale Wurzelbildung 	7 initiale Wurzelbildung 		5 initiale Wurzelbildung 	D c die initiale Wurzelbildung zeigt sich in Form einer Spitze
8a 	8 initiale Bildung der Bifurkation 			E a <u>Einwurzlige Zähne</u> : Wände der Pulpakammer verlaufen nun gerade, wobei die Kontinuität durch das Pulpenhorn unter- brochen wird, welches nun größer ist als im vorhergegangenen Stadium <u>Molaren</u> : erste Anzeichen der Bildung der Wurzelbifurkation in Form eines verkalkten Punktes oder Halb- mondes 
8b 				
9 ¼ der Wurzel gebildet 	9 ¼ der Wurzel gebildet 		6 ¼ der Wurzel gebildet 	
10 1/3 der Wurzel gebildet 		2 Komplett sichtbare Wurzel, ist aber kürzer als Krone 		E b <u>Einwurzlige Zähne und Molaren</u> : Wurzellänge geringer als Kronenhöhe
11 ½ der Wurzel gebildet 	10 ½ der Wurzel gebildet 	3 Länge der Wurzel entspricht etwa Länge der Krone 	7 ½ der Wurzel gebildet 	F a <u>Einwurzlige Zähne</u> : Wände der Pulpakammer bilden ein gleich- schenkeliges Dreieck; der Scheitel- punkt zeigt Trichterform <u>Molaren</u> : der verkalkte Bereich der Bifurkation hat sich vom Halbmond stadium weiter nach apikal entwickelt, sodaß die Wurzeln deutlichere Umrisse mit trichterförmigen Enden erhalten 
12 2/3 der Wurzel gebildet 				F b <u>Einwurzlige Zähne und Molaren</u> : Wurzellänge gleich oder größer als Krone
13 ¾ der Wurzel gebildet 	11 ¾ der Wurzel gebildet 		8 ¾ der Wurzel gebildet 	
14 Wurzelkanal am Ende divergent 	12 Wurzellänge komplett 	4 Wurzel länger als Krone, Wurzel- ende spitz 	9 Vollständige Wurzellänge 	G a Wurzelkanalwände verlaufen nun parallel, apikales Ende ist immer noch teilweise geöffnet (distale Wurzel bei Molaren) 
	13 Apexist zur Hälfte geschlossen 	5 Wurzel länger als Krone, Wurzelende abgerundet 		H a Apikales Ende des Wurzelkanals ist völlig geschlossen (distale Wurzel bei Molaren)
15 Wurzelkanal am Ende konvergent 	14 Apexkomplett geschlossen 	6 Wurzelentwicklung abgeschlossen 	10 Apex geschlossen 	H b Gleichmäßig breiter Peridental- spalt um Wurzel und Apex 

Abb.1: Methodenüberblick (Volkmann et al. 2006)

Fortsetzung Abb.1

<i>Loitz</i> (1992)	<i>Nolla</i> (1960)	<i>Gat</i> (1972)	<i>Haavikko</i> (1970)	<i>Schopf</i> (1970)	<i>Kullman</i> (1992)
	0 Keine Keimhölle 	0 Follikel; bzw. keine Zeichen von Verkalkung 	1 Keimhölle, keine Kalzifikation 		
	1 Keimhölle sichtbar 		2 initiale Kalzifikation der Krone 		
	2 initiale Kalzifikation der Krone 		3 Zusammenschluß der Höcker- spitzen 		
	3 1/3 der Krone ist kalzifiziert 				
1 1/2 der Krone ist kalzifiziert 		1 1/2 der Krone ist kalzifiziert 	4 1/2 der Krone ist kalzifiziert 	1 1/2 der Krone ist kalzifiziert 	
	4 2/3 der Krone ist kalzifiziert 				
2 3/4 der Krone ist kalzifiziert 	5 Krone nahezu vollständig 		5 3/4 der Krone ist kalzifiziert 	2 3/4 der Krone ist kalzifiziert 	
3 Krone vollständig gebildet 	6 Krone vollständig kalzifiziert 	2 Krone vollständig kalzifiziert 	6 Krone vollständig kalzifiziert 	3 Krone vollständig kalzifiziert 	1 Krone vollständig kalzifiziert 
4 initiale Wurzelbildung 			7 initiale Wurzelbildung 	4 initiale Wurzelbildung 	
5 1/4 der Wurzel gebildet 			8 1/4 der Wurzel gebildet 	5 1/4 der Wurzel gebildet 	2 1/4 der Wurzel gebildet 
	7 1/3 der Wurzel gebildet 				
6 1/2 der Wurzel gebildet 		3 1/2 der Wurzel gebildet 	9 1/2 der Wurzel gebildet 	6 1/2 der Wurzel gebildet 	3 1/2 der Wurzel gebildet 
	8 2/3 der Wurzel gebildet 				
7 3/4 der Wurzel gebildet 			10 3/4 der Wurzel gebildet 	7 3/4 der Wurzel gebildet 	4 3/4 der Wurzel gebildet 
8 Wurzelkanal am Ende divergent 	9 Wurzel nahezu voll- ständig, Apex offen 	4 volle Wurzel- länge, offener Apex 	11 vollständige Wurzellänge 	8 vollständige Wurzellänge 	5 vollständige Wurzellänge 
9 paralleler Wurzelkanal 				9 Apex zur Hälfte geschlossen 	6 initialer Apexschluß 
10 Wurzelkanal am Ende konvergent 	10 Wurzelspitze geschlossen 	5 Zahn voll aus- gebildet, Apex geschlossen 	12 Apex geschlossen 	10 Apex komplett geschlossen 	7 Apex komplett geschlossen 

Tab.1: Häufigkeiten der vergeben Durchbruchsstadien aller Milchzähne

Zahn	Durchbruchsstadien										
	1	2	3.1	3.2	3.3	4	5	6	7	8	gesamt
i 1 ges.	0	0	3	2	0	0	1	1	1	46	54
51	0	0	1	2	0	0	1	0	1	19	24
61	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6	7
71	0	0	1	0	0	0	0	1	0	9	11
81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	12
i 2 ges.	0	0	2	3	0	0	0	1	3	52	61
52	0	0	0	0	0	0	0	1	1	21	23
62	0	0	1	1	0	0	0	0	1	4	6
72	0	0	0	2	0	0	0	0	0	15	17
82	0	0	1	1	0	0	0	0	1	12	15
c ges.	0	0	5	8	0	0	3	3	1	54	74
53	0	0	0	1	0	0	0	1	1	10	13
63	0	0	1	1	0	0	1	0	0	10	13
73	0	0	3	1	0	0	2	1	0	20	27
83	0	0	1	5	0	0	0	1	0	14	21
m 1 ges.	0	0	3	2	0	2	0	2	5	78	92
54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8
64	0	0	0	0	0	0	0	1	2	17	20
74	0	0	2	1	0	0	0	0	1	28	32
84	0	0	1	1	0	2	0	1	2	25	32
m 2 ges.	1	0	7	4	0	1	4	3	5	73	98
55	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	7
65	0	0	0	0	0	1	1	0	5	12	18
75	0	0	4	1	0	0	2	1	0	31	39
85	1	0	3	3	0	0	1	2	0	24	34
gesamt	1	0	20	19	0	3	8	10	15	303	379

Tab.2: Häufigkeiten der vergeben Durchbruchsstadien aller Dauerzähne

Zahn	Durchbruchsstadien										
	1	2	3.1	3.3	3.3	4	5	6	7	8	gesamt
I 1 ges.	56	0	31	0	1	0	0	0	2	79	169
11	13	0	6	0	0	0	0	0	0	15	34
21	8	0	4	0	0	0	0	0	0	17	29
31	19	0	11	0	1	0	0	0	1	22	54
41	16	0	10	0	0	0	0	0	1	25	52
I 2 ges.	62	0	17	1	0	0	0	0	4	89	173
12	9	0	6	1	0	0	0	0	0	20	36
22	7	0	7	0	0	0	0	0	0	17	31
32	25	0	3	0	0	0	0	0	2	27	57
42	21	0	1	0	0	0	0	0	2	25	49
C ges.	89	0	13	0	0	0	0	1	2	97	202
13	19	0	5	0	0	0	0	1	1	23	49
23	15	0	2	0	0	0	0	0	1	23	41
33	28	0	4	0	0	0	0	0	0	29	61
43	27	0	2	0	0	0	0	0	0	22	51
PM 1 ges.	83	0	5	0	0	0	0	0	1	113	202
14	14	0	2	0	0	0	0	0	0	32	48
24	15	0	2	0	0	0	0	0	1	26	44
34	28	0	0	0	0	0	0	0	0	30	58
44	26	0	1	0	0	0	0	0	0	25	52
PM 2 ges.	80	0	4	0	0	0	0	0	4	108	196
15	10	0	2	0	0	0	0	0	1	30	43
25	14	0	2	0	0	0	0	0	2	25	43
35	30	0	0	0	0	0	0	0	0	29	59
45	26	0	0	0	0	0	0	0	1	24	51
M 1 ges.	2	0	51	6	0	4	12	2	10	136	223
16	0	0	7	3	0	2	2	0	3	34	51
26	1	0	4	3	0	0	3	0	1	31	43
36	1	0	21	0	0	0	4	1	3	38	68
46	0	0	19	0	0	2	3	1	3	33	61
M 2 ges.	13	0	34	0	0	0	1	0	9	115	172
17	0	0	5	0	0	0	0	0	3	29	37
27	0	0	5	0	0	0	0	0	1	26	32
37	6	0	13	0	0	0	0	0	2	34	55
47	7	0	11	0	0	0	1	0	3	26	48
M 3 ges.	7	0	19	2	0	2	0	1	3	55	89
18	0	0	4	1	0	1	0	0	1	15	22
28	1	0	5	0	0	1	0	0	0	15	22
38	4	0	4	1	0	0	0	1	1	14	25
48	2	0	6	0	0	0	0	0	1	11	20
gesamt	392	0	174	9	1	6	13	4	35	792	1426

Tab.3: Häufigkeiten der vergebenen Mineralisationsstadien aller Milchzähne

Zahn	Mineralisationsstadien											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	ges.
i 1 ges.	0	0	1	0	0	2	4	4	3	2	27	42
51	0	0	0	0	0	1	2	1	1	1	6	12
61	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	8	9
71	0	0	0	0	0	1	1	2	1	0	6	11
81	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	7	10
i 2 ges.	0	0	0	0	0	6	2	3	1	7	31	50
52	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4	6	12
62	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4	6
72	0	0	0	0	0	2	1	1	1	2	10	17
82	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	11	15
c ges.	0	0	0	1	3	10	4	2	2	14	24	60
53	0	0	0	0	0	2	1	1	0	2	5	11
63	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	4	8
73	0	0	0	1	1	2	1	1	1	6	9	22
83	0	0	0	0	2	4	1	0	1	5	6	19
m 1 ges.	0	0	0	0	2	5	4	8	2	11	37	70
54	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	6	8
64	0	0	1	0	0	0	2	3	1	1	5	13
74	0	0	0	0	1	3	1	2	0	5	13	25
84	0	0	0	0	1	2	1	3	0	4	13	24
m 2 ges.	0	1	0	0	4	7	5	9	3	14	30	73
55	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	5
65	0	0	0	0	0	1	1	3	0	2	4	11
75	0	0	0	0	2	3	2	3	1	6	11	28
85	0	1	0	0	2	3	2	3	1	6	11	29
gesamt	0	1	1	1	9	30	19	26	11	48	149	295

Tab.4: Häufigkeiten der vergebenen Milchzahnresorptionsstadien

Zahn	Resorptionsstadien				
	R1	R2	R3	R4	gesamt
i 1 ges.	7	7	0	0	14
51	1	3	0	0	4
61	2	1	0	0	3
71	2	1	0	0	3
81	2	2	0	0	4
i 2 ges.	5	3	1	0	9
52	2	1	1	0	4
62	1	0	0	0	1
72	1	1	0	0	2
82	1	1	0	0	2
c ges.	7	2	0	0	9
53	2	1	0	0	3
63	1	0	0	0	1
73	2	1	0	0	3
83	2	0	0	0	2
m 1 ges.	4	12	3	0	19
54	2	1	0	0	3
64	0	2	0	0	2
74	1	3	1	0	5
84	1	6	2	0	9
m 2 ges.	3	14	4	1	22
55	1	2	0	0	3
65	0	2	1	0	3
75	1	6	2	1	10
85	1	4	1	0	6
gesamt	26	38	8	1	73

Tab.5: Häufigkeiten der vergebenen Mineralisationsstadien der bleibenden Zähne

Zahn	Mineralisationsstadien											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	ges.
I 1 ges.	3	0	0	0	7	56	15	4	1	5	91	182
11	1	0	0	0	1	13	0	1	0	1	19	36
21	1	0	0	0	2	11	0	1	1	1	21	38
31	1	0	0	0	2	17	8	1	0	2	27	58
41	0	0	0	0	2	15	7	1	0	1	24	50
I 2 ges.	0	0	2	0	7	50	25	8	0	4	81	177
12	0	0	1	0	3	12	3	0	0	2	18	39
22	0	0	1	0	2	8	3	0	0	2	18	34
32	0	0	0	0	1	16	10	4	0	0	21	52
42	0	0	0	0	1	14	9	4	0	0	24	52
C ges.	2	2	2	4	26	44	8	7	5	7	103	210
13	0	1	1	1	6	10	1	2	0	3	25	50
23	0	0	0	2	4	7	2	0	0	2	25	42
33	2	0	0	1	9	15	2	2	2	2	31	66
43	0	1	1	0	7	12	3	3	3	0	22	52
PM 1 ges.	15	4	2	8	41	11	3	12	0	2	114	212
14	4	0	0	2	10	1	0	2	0	1	31	51
24	1	0	0	1	10	0	0	2	0	0	29	43
34	6	2	1	3	11	4	1	4	0	0	30	62
44	4	2	1	2	10	6	2	4	0	1	24	56
PM 2 ges.	27	7	3	15	23	10	6	6	0	5	108	210
15	8	1	0	4	5	1	2	0	0	2	28	51
25	4	1	0	3	6	1	1	1	0	1	26	44
35	8	3	1	5	5	5	0	3	0	1	30	61
45	7	2	2	3	7	3	3	2	0	1	24	54
M 1 ges.	0	1	1	2	15	23	36	6	6	15	128	233
16	0	0	0	0	3	5	8	1	3	1	32	53
26	0	1	0	0	3	1	8	1	0	3	31	48
36	0	0	1	0	3	10	9	3	2	6	35	69
46	0	0	0	2	6	7	11	1	1	5	30	63
M 2 ges.	14	8	0	8	14	5	10	4	0	9	112	184
17	1	0	0	2	2	0	2	0	0	4	28	39
27	1	0	0	1	0	1	2	0	0	3	24	32
37	8	3	0	1	7	2	2	3	0	1	33	60
47	4	5	0	4	5	2	4	1	0	1	27	53
M 3 ges.	76	1	0	2	0	7	10	6	1	3	54	160
18	18	0	0	0	0	2	3	1	1	0	15	40
28	6	0	0	0	0	1	2	2	0	0	14	25
38	24	1	0	1	0	2	2	2	0	1	15	48
48	28	0	0	1	0	2	3	1	0	2	10	47
gesamt	137	23	10	39	133	206	113	53	13	50	791	1568

Lebenslauf

Name, Vorname: VOLKMANN, ALEXANDER RÜDIGER

Geburtsdatum: 19.04.1980

Geburtsort: Gera, Thüringen

Mutter: Dr.med.dent. Gina Cornelia Astrid Volkmann geb. Glauner

Vater: Priv. Doz. Dr. med. habil. Rüdiger Georg Hermann Volkmann

Familienstand: ledig

1986 – 1992: Besuch der Friedrich-Wolf-Schule in Ebersdorf

1992 – 1999: Besuch des staatl. Gymnasiums „Christian-Gottlieb-Reichard“
in Lobenstein, abgeschlossen mit Abitur

1996 – 1997: Highschoolabschluss an der Kilgore-Highschool in Texas, USA

1999 – 2000: Zivildienstleistender im Kreiskrankenhaus Ebersdorf

2000 – 2005: Studium der Zahnmedizin an der Friedrich-Schiller-Universität Jena

Dez. 2005: Hochschulabschluss: Staatsexamen mit dem Prädikat „sehr gut“

Jan. 2006: Approbation als Zahnarzt

seit Jan. 2006: Tätigkeit als Vorbereitungsassistent in der Zahnarztpraxis:
Dr.med.dent. A. Volkmann-Schmidt in Ebersdorf, Thüringen

Danksagung

Herrn Prof. Dr. med. habil Claussen danke ich für die Übernahme der Arbeit in seine Verantwortung.

Frau PD Dr. Kromeyer-Hauschild danke ich für die zweckdienlichen Hinweise in der Endphase der Doktorarbeit.

Meinem Mentor, Herrn Dr. rer. nat. H. Bruchhaus, Institut für Humangenetik und Anthropologie der Friedrich – Schiller – Universität Jena, bin ich für die Bereitstellung des Materials und die großzügige fachliche Unterstützung zu großem Dank verpflichtet.

Nicht zuletzt soll auch großer Dank meiner Familie insbesondere meiner Mutter, meinem Großvater und meiner Freundin Carolin zukommen, die über die gesamte Zeit geduldige Zuhörer, Motivatoren und Ratgeber gewesen sind.

Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass mir die Promotionsordnung der Medizinischen Fakultät der Friedrich-Schiller-Universität bekannt ist,

ich die Dissertation selbst angefertigt habe und alle von mir benutzten Hilfsmittel, persönlichen Mitteilungen und Quellen in meiner Arbeit angegeben sind,

mich folgende Personen bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der kritischen Durchsicht des Manuskriptes unterstützt haben:

Herr Dr. rer. nat. H. Bruchhaus,

die Hilfe eines Promotionsberaters nicht in Anspruch genommen wurde und dass Dritte weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen von mir für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen,

dass ich die Dissertation noch nicht als Prüfungsarbeit für eine staatliche oder andere wissenschaftliche Prüfung eingereicht habe und

dass ich die gleiche, eine in wesentlichen Teilen ähnliche oder eine andere Abhandlung nicht bei einer anderen Hochschule als Dissertation eingereicht habe.

.....

Ort, Datum

.....

Unterschrift des Verfassers